

SÉRIE A N° 941

N° D'ORDRE

1765

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

PAR

LUCIENNE BLUM

LICENCIÉE ÈS-SCIENCES

1^{re} THESE. — *Modifications différentielles des tissus
de quelques plantes à rosettes soumises à la
culture en serre.*

2^e THESE. — *Propositions données par la Faculté.*

Soutenues le 16 juin 1923 devant la Commission d'examen

MM. L. BERTRAND *Président.*

PORTIER
BLARINGHEM } *Examineurs*

PARIS

IMPRIMERIE H. LIBERT

289, rue St-Jacques

1923

Modifications différentielles
des Tissus de quelques Plantes à
Rosettes soumises à la culture
en serre

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

PAR

LUCIENNE BLUM

LICENCIÉE ÈS-SCIENCES

1^{re} THESE. — *Modifications différentielles des tissus
de quelques plantes à rosettes soumises à la
culture en serre.*

2^e THESE. — *Propositions données par la Faculté.*

Soutenues le 26 juin 1923 devant la Commission d'examen

MM. L. BERTRAND Président.

PORTIER	}	Examineurs
BLARINGHEM		

PARIS

IMPRIMERIE H. LIBERT

289, rue St-Jacques

1923

MM.

Doyen MOLLIARD, *Professeur*, Physiologie végétale.
Doyen honoraire P. APPELL.

Professeurs honoraires { P. PUISEUX.
VÉLAIN.
PRUVOT.
BOUSSINESQ.

Professeurs

EMILE PICARD	Analyse supérieure et algèbre supérieure.
KENIGS	Mécanique physique et expérimentale.
GOURSAT	Calcul différentiel et calcul intégral.
HALLER	Chimie organique.
JOANNIS	Chimie (Enseignement P. C. N.).
JANET	Electrotechnique générale.
WALLERANT	Minéralogie.
ANDOYER	Astronomie.
PAINLEVÉ	Mécanique analytique et mécanique céleste.
HAUG	Géologie.
H. LE CHATELIER	Chimie générale.
Gabriel BERTRAND	Chimie biologique.
M ^{me} P. CURIE	Physique générale et radioactivité.
CAULLERY	Zoologie (Evolution des êtres organisés).
C. CHABRIÉ	Chimie appliquée.
G. URBAIN	Chimie minérale.
Emile BOREL	Calcul des probabilités et Physique mathém.
MARCHIS	Aviation.
Jean PERRIN	Chimie physique.
ABRAHAM	Physique.
CARTAN	Mécanique rationnelle.
CL. GUICHARD	Géométrie supérieure.
LAPICQUE	Physiologie.
GENTIL	Géographie physique.
VESSIOT	Théorie des groupes et calcul des variations.
COTTON	Physique générale.
DRACH	Application de l'analyse à la géométrie.
C. FABRY	Physique.
Charles PÉREZ	Zoologie.
LÉON BERTRAND	Géologie appliquée et géologie régionale.
DANGEARD	Botanique.
LESPIEAU	Théories chimiques.
LEDUC	Physique théorique et physique céleste.
MONTEL	Mathématiques générales.
MAURAIN	Physique du globe.
RABAUD	Biologie expérimentale.
WINTREBERT	Anatomie et physiologie comparées.
HÉROUARD	Zoologie.
Rémy PERRIER	Zoologie (Enseignement P. C. N.).
SAGNAC	Physique théorique et physique céleste.
PORTIER	Physiologie.
BLAISE	Chimie organique.
PÉCHARD	Chimie (Enseignement P. C. N.).
AUGER	Chimie analytique.
M. GUICHARD	Chimie minérale.
GUILLET	Physique.

Secrétaire Daniel TOMBECK.



A la mémoire de

MON PERE

A la mémoire de

GASTON BONNIER

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

Membre de l'Institut

Souvenir reconnaissant.

INTRODUCTION

Au cours de promenades en hiver, à la campagne, on est parfois étonné de trouver des violettes, des véroniques, des pissenlits et autres plantes encore très vigoureuses sous la neige. En examinant ces espèces, on remarque qu'elles disposent leur appareil végétatif sous forme de rosette pendant toute la période hivernale, rosette qui est plus ou moins accolée sur le sol. Au printemps, les feuilles prendront une orientation plus oblique et le plus souvent la création d'entre-nœuds amènera la dissociation de la rosette. A quoi attribuer le port différent de ces plantes au cours des saisons ? On sait déjà que les variations de morphologie externe sont soumises aux agents physiques : lumière, humidité, température, la résultante de ces facteurs constituant le milieu. L'influence de la lumière a été établie principalement par les travaux de Stahl (23-24) ; d'après lui, les feuilles ou la face des feuilles cultivées à une forte intensité lumineuse présentent un tissu palissadique bien développé. Inversement, le tissu lacuneux prédomine dans les organes ou sur les faces disposés à l'obscurité ou à un faible éclaircissement. Il montre ensuite qu'il existe une relation entre les mouvements intracellulaires de la chlorophylle, la direction et l'intensité de l'éclairage. Pick (19) réussit à orienter et même à créer des cellules à caractère palissadiforme sur une face de feuille ou de

tige fortement éclairée. D'après Wiesner (28), la chlorophylle serait détruite par une intensité lumineuse trop considérable d'où la réalisation de dispositions spéciales ayant pour but la protection de la chlorophylle. Il a établi que les plantes pouvaient se développer normalement à la lumière diffuse (29) et qu'il existait un besoin de lumière spécifique à chaque plante. Dans toutes les observations précédentes, on peut penser que les variations constatées sont le résultat de plusieurs actions et ne sont pas dues exclusivement à la lumière.

M. Dufour (12), pour répondre à cette objection, fit des expériences dans lesquelles tous les facteurs étaient constants sauf la lumière. Il fut amené à constater qu'au soleil, les feuilles sont plus développées, plus différenciées dans leur parenchyme (le tissu palissadique étant le plus important), l'assimilation est plus intense que pour les organes développés à l'ombre. M. G. Bonnier (3) a démontré que la lumière électrique agissait sur les végétaux dans le même sens que la lumière solaire. Ce qui influe ce n'est donc pas la nature de la lumière mais son intensité et sa durée. Thomas (26), en cultivant expérimentalement des rhizomes à la lumière ou des rameaux aériens dans le sol, par leur étude comparative avec des feuilles souterraines normales a confirmé l'action de la lumière énoncée plus haut, action qui se manifeste dans la morphologie des tissus et dans leur répartition.

Gain (15) a étudié le rôle de l'humidité dans la végétation. Une trop grande humidité entrave le développement, la quantité d'eau nécessaire à une plante varie avec le stade du développement, enfin la grande humidité entraîne la dégénérescence de l'espèce au bout de quelque temps. Eberhardt (13-14)

a établi l'influence de l'humidité sur la morphologie des organes. En faisant des cultures comparatives dans l'air sec et dans l'air humide, on voit que celui-ci détermine un développement rapide, une réduction de la quantité de chlorophylle, les feuilles sont moins épaisses, leur surface plus considérable, le tissu lacuneux couvre la majeure partie du mésophylle, la tige a un diamètre réduit.

Coutagne (10) a cherché à établir mathématiquement la loi régissant la température dans le monde végétal. En appelant

$$\frac{d \Delta}{dt}$$

la vitesse évolutive,

$$\frac{d \Delta}{dt}$$

il donne la formule suivante :

$$\frac{d \Delta}{dt} = a^e - h^2 (x - c)^2 \quad x = \text{température}$$

C'est, dit-il, la plus simple des formules algébriques définissant une grandeur qui croît d'abord lentement, puis vite passe par un maximum et revient à sa valeur première. Il cherche d'après cela à expliquer les échanges des plantes avec l'extérieur et la répartition des espèces à la surface du globe. Warming (27) considère la température comme un facteur d'une grande importance, les plantes ne peuvent se développer qu'entre les limites de certaines températures ; la structure des organes, l'apparence de la végétation, de même que la répartition des espèces sont influencées par la chaleur ambiante.

L'influence du milieu est démontrée par les travaux de M. G. Bonnier (4-5-6). Dans les régions arctiques, l'épaisseur plus considérable des feuilles, la différenciation moindre de leurs tissus, le faible développement de leur tissu palissadique seraient ex-

pliqués par l'éclairement peu intense et par le degré hygrométrique élevé de l'atmosphère. Comparés aux plantes arctiques, les végétaux alpins possèdent une petite taille, un tissu palissadique bien représenté, riche en chlorophylle, c'est ainsi que, par une assimilation intense, ils pourront compenser le faible développement de leurs parties aériennes. De plus, certains tissus se spécialisent en vue de la protection contre l'alternance brusque des températures diurne et nocturne. Des observations sur des plantes à caractères alpins, après trente années de culture, viennent confirmer les différenciations spécifiques données pour ces végétaux. J. Daniel (11), dans ses recherches, s'est occupé de plantes qui prennent l'apparence de rosettes. Suivant l'époque, la structure des organes varie et il a dénommé « bois de rosette » et « bois de fructification » les différentes zones de l'anneau ligneux qui se forment au cours des saisons. Ces bois correspondent à des besoins différents de la conduction variant avec la phase du développement, ce sont donc des tissus à rôle physiologique distinct. Bédélian (1), en cultivant comparativement quelques plantes en serre et au plein air, conclut que la vie en serre amène un développement hâtif, un aspect grêle et comme un arrêt de la différenciation des tissus.

Quelle est, de ces influences cosmiques, celle qui détermine la différence de port chez les plantes à rosettes considérées en hiver ou en été ? Plusieurs facteurs sont variables dans ce cas. Sans essayer de les dissocier, je me suis donné pour but de constater la résultante de ces différentes variables. C'est ainsi que j'ai fait des cultures comparatives en serre et au plein air. Les premières rosettes, des différents échantillons mis en expérience ont été récoltées en

octobre 1920 aux environs de Paris (Verrières, Meudon, Viroflay, Fontainebleau). Elles étaient immédiatement divisées en deux lots, mises en pots. Une série de ces pots était enfouis dans les plates-bandes d'un jardinet du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, bien éclairé, un peu abrité du vent par les serres et les bâtiments voisins. Lorsque la mise en pots avait lieu dans les mois d'hiver, on laissait pendant quelques jours les plantes (destinées au plein air) dans une sorte de chambre vitrée, non chauffée, attenante à la serre. Là les plantes « repartaient » plus vite et plus sûrement que si elles avaient été exposées immédiatement après la mise en pots aux rudes conditions de la vie en plein air à cette époque. Ces végétaux qui se sont développés au plein air ont donc été soumis à l'éclairement naturel et direct (lumière solaire variable avec la saison, l'heure, mais avec toute son intensité, car il n'y a ici aucun écran tel que les parois vitrées qui abritent les plantes de serre). Ces plantes seront soumises à un degré hygrométrique variable suivant le mois, l'heure de la journée. Comme une grande partie de ces expériences ont été faites pendant l'année 1921, dont l'été fut particulièrement chaud et sec, il a fallu parfois arroser artificiellement les plantes du plein air pour remplacer la pluie, l'humidité atmosphérique presque nulles, afin d'éviter le dépérissement de ces végétaux. Enfin les échantillons placés dans le jardin avaient à subir des températures plus ou moins basses ou hautes, suivant l'époque, mais surtout l'alternance des températures diurne et nocturne. Pour l'année 1921, on peut donner les moyennes suivantes de température :

Janvier 1921 : 2°2.

Juillet 1921 : 18°1. moyenne de l'année : 9°9

L'autre série de plantes était placée dans une serre tempérée du Muséum d'Histoire Naturelle. Quelle que soit la saison, les échantillons étaient introduits de suite dans la serre après leur mise en pots ; car les conditions favorables de vie en serre déterminent une reprise immédiate de la vitalité des végétaux. L'intensité lumineuse ne pénètre pas jusqu'aux plantes de serre tout entière, car les vitres atténuent son intensité. L'humidité de cette serre oscille entre 70-85°, les pots étaient arrosés régulièrement tous les jours (une fois en moyenne). Au point de vue de la température, on peut donner les moyennes suivantes :

Janvier 1921	8-12°
Juillet » 	10-25°

La température varie dans ce cas comme dans celui du plein air, suivant la saison, mais les températures nocturne et diurne présentent toujours un écart relativement faible. C'est ainsi que la vie au plein air offre une grande différence avec la vie en serre, car dans ce dernier milieu, la température au cours d'une journée (nuit et jour) est presque constante, sans alternance brusque comme au plein air. Les cultures ainsi installées au plein air et en serre, on ne prélevait des échantillons qu'après un certain temps, afin d'être sûr de recueillir des organes dont le développement se soit effectué tout entier dans le milieu considéré.

Commencées en octobre 1920, les cultures comparatives se sont continuées en 1921. Des observations faites sur des échantillons recueillis en 1922 sont venues confirmer celles de 1920-1921 dans les différents milieux (2).

Dans la première partie de ce travail, seront

énoncées les différences morphologiques et anatomiques déterminées par la culture au plein air et en serre. Puis, en un chapitre annexe, je donnerai quelques déterminations cryoscopiques effectuées sur des extraits de sucs cellulaires des plantes de plein air et de serre. Enfin les principaux résultats obtenus au cours des observations seront groupés et constitueront les conclusions générales de ce travail.

ETUDE DES ECHANTILLONS

Trois types nous ont servi de base pour cette étude : le *Sanicula europæa* est le type examiné pour l'étude du pétiole : le *Taraxacum-Dens-léonis* et la *Viola canina* pour celle du limbe ; enfin la *Véronica officinalis* pour celle de la tige.

SANICULA EUROPOEA L (*Ombellifères*)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Les feuilles chez cette espèce en plein air et en serre diffèrent surtout par leur coloration ; en plein air elles sont d'un vert terne, sombre, elles restent accolées au sol et elles sont presque aussi larges que longues, d'un aspect trapu. Dans la serre au contraire elles sont d'un vert plus pâle avec une surface brillante, les denticulations de chaque foliole sont plus aiguës et l'ensemble plus frêle. Dans la période d'été, la coloration, le port et les dimensions se modifient d'une façon sensible pour la plante de plein air. Les limbes sont d'un vert plus pur, les pétioles prennent une direction plus verticale et la surface foliaire augmente, l'incision qui sépare chaque lobe s'est accentuée et atteint presque le pétiole, ce qui avait été déjà constaté en hiver chez la plante de

serre, tandis qu'à cette époque, chez celle de plein air, les lobes formaient une longue soudure au-dessus du pétiole. La gouttière que présente le pétiole montre même à l'œil nu une accentuation surtout dans la plante de serre où elle s'incurve plus encore dans la période d'été. Le nombre de feuilles formé est toujours plus restreint en plein air que dans l'échantillon de l'autre milieu, et en été ce nombre augmente un peu.

MORPHOLOGIE INTERNE

Pétiole

Plein air. — En janvier, l'ensemble d'une coupe a un aspect compact dû à l'épaisseur des membranes cellulaires. Tout est orienté vers la protection contre les variations de température. C'est d'abord l'épiderme et le sous-épiderme semblables qui ont un épaississement accentué de leurs parois. Le collenchyme s'accroît surtout à la partie supérieure et médiane du pétiole et aux extrémités de la partie ventrale du côté de la gouttière. Au sommet, il prend la forme d'une bosse qui s'élargit sur une assez grande longueur (42, mesure arbitraire) de part et d'autre du plan médian, la hauteur de cet amas comptée perpendiculairement au canal sécréteur médian et supérieur jusqu'à la base de l'épiderme est de 20. Le parenchyme a des cellules arrondies de taille presque identique, qui se disposent en assises concentriques autour des faisceaux dans les couches périphériques. Les faisceaux présentent au dos du liber et un peu à la base du bois des cellules de soutien à paroi marquée. Le liber et ses cellules occupent une grande partie du faisceau (27) et le bois (17). Les faisceaux sont rapprochés de la partie cen-

trale et laissent entre eux une moelle étroite (16) dont les cellules sont régulières. Au voisinage des faisceaux, mais séparés de ceux-ci et en face des amas de collenchyme on distingue des canaux sécréteurs. Leur ouverture est petite, les cellules bordantes sont presque aussi hautes que larges (2,5 sur 3), le nombre de ces canaux est toujours assez restreint. Le bord ventral du pétiole s'incurve légèrement en forme de gouttière largement ouverte. La protection est donc bien assurée par les assises périphériques et celles adjacentes aux faisceaux. Dans les mois suivants, les tissus ont évolué de façon à atténuer beaucoup cette protection. A la fin de mai, le pétiole présente les caractères suivants : épiderme et sous-épiderme ont diminué l'épaisseur de leurs membranes. Le collenchyme a réduit sa longueur (34) et sa hauteur (16), ses parois sont moins fortes.

Le parenchyme est formé à la partie centrale de cellules plus ou moins régulières qui arrivent à occuper dans la période d'été une surface correspondant à un triangle qui engloberait en son intérieur tous les faisceaux ; mais la disposition concentrique a disparu ; au delà de cet espace, les cellules gardent une allure assez régulière et arrondie, ne présentent aucun épaississement de leur membrane, il en est de même pour les assises périphériques. La chlorophylle se montre dans toutes les assises parenchymateuses, quant aux faisceaux, il ont augmenté leur surface totale, le liber et les fibres ont un peu diminué (17) et le bois a augmenté (19). Les faisceaux se sont écartés l'un de l'autre et la moelle possède une plus grande extension (24). Les canaux sécréteurs en plus grand nombre se sont peu à peu rapprochés des faisceaux et ils y sont à présent accolés. Leur ouverture est plus large et leurs cellules bordantes sont

devenues plus rectangulaires (2 sur 3,5). Enfin la gouttière ventrale s'est creusée plus profondément de sorte que le pétiole a pris à sa partie inférieure et ventrale comme deux ailes occupées par du collenchyme. Toutes ces modifications amènent la forme d'été qui se conserve jusqu'aux premiers froids, mais ceux-ci font renaître assez rapidement dans les feuilles les assises périphériques avec leur protection. La disposition concentrique des cellules du parenchyme autour des faisceaux qui se sont enfoncés vers le centre, la réduction du tissu conducteur, le développement plus accentué des éléments de soutien et la condensation périphérique de la chlorophylle tous ces caractères ramèneront peu à peu à la forme première du plein air.

Serre. — Tous les contours cellulaires sont plus légers. Epiderme et sous-épiderme présentent des parois moins accentuées. Le collenchyme de la partie supérieure médiane s'étend sur une moins grande longueur (30), sa hauteur est de même supérieure (12) à celle de ce même amas cellulaire décrit dans l'échantillon de plein air de la même époque. Le parenchyme est formé de cellules plus ou moins polyédriques montrant à leur jonction de petits méats triangulaires, la chlorophylle est répartie sur toute la profondeur des tissus. Au centre, les faisceaux ont leur bois déjà bien développé (19) et occupant une surface presque égale à celle de l'ensemble du liber et des cellules de soutien (20). Entre les faisceaux, la moelle est plus large que dans la plante de l'autre milieu (20).

Les canaux sécréteurs nombreux sont déjà accolés aux faisceaux, les cellules du canal sont rectangulaires (2 sur 5), aplaties et délimitent une ouverture plus large que dans le végétal correspondant

de l'autre milieu. Même dans les premiers mois de l'année, la gouttière ventrale se montre déjà très nettement incurvée. La forme d'été s'atteindra dans ce cas par une évolution inverse de celle qui s'effectue dans les tissus de la plante de plein air, on aura donc un léger épaissement et une régularité plus marquée des éléments. En effet, fin mai, on peut observer sur une coupe de pétiole de sanicule de serre un épiderme et sous-épiderme peu changés. Le collenchyme a augmenté les dimensions du dôme qu'il forme à la partie supérieure médiane (longueur 32, hauteur 12). Le parenchyme conserve des cellules **assez grandes** qui à la périphérie sur quelques assises sont de forme plus arrondie et plus petite, elles renferment la majeure quantité de la chlorophylle même autour des faisceaux elles conservent cette allure. Le bois s'est encore développé (27) mais les éléments de soutien ont un peu augmenté leur surface (22).

Les canaux sécréteurs, toujours plus nombreux dans l'échantillon de serre, gardent leur lumière large, leurs cellules aplaties ; néanmoins, la longueur de ces cellules est légèrement inférieure à celle de la plante de serre en janvier (2 sur 4). La gouttière du pétiole a écarté ses bords, elle est donc largement ouverte, elle demeure plus concave que dans le végétal de l'autre milieu. Une rétrogradation progressive des tissus de soutien surtout, donnera l'aspect déjà observé dans l'échantillon de serre en janvier.

Comme dans beaucoup d'autres plantes que nous étudierons, les cristaux d'oxalate de calcium augmentent leur nombre et leur taille pour l'échantillon de plein air en été, mais ce nombre reste cependant inférieur à celui que présente la plante de serre au cours de tout son développement

Limbe

Le limbe du *Sanicula europœa* montre dans les deux milieux une évolution semblable à celle que nous constaterons dans d'autres échantillons pour lesquels l'étude de cet organe sera faite plus en détail. Il nous suffira donc de donner ce bref résumé : au *plein air*, le limbe du *Sanicula* a un épiderme d'abord bien différent sur les deux faces, les parois sont épaisses. Les tissus palissadique et lacuneux sont distincts et nettement caractérisés. Des cellules arrondies et serrées isolent les faisceaux à la partie médiane du limbe. Les modifications dans la période d'été vont se traduire par l'apparition de quelques cellules irrégulières dans l'épiderme par l'accroissement en surface des faisceaux dont l'endoderme sera tangent à l'épiderme.

Dans le limbe de la plante de *serre* au contraire, les épidermes sont presque semblables et quelque peu irréguliers, les faisceaux sont gros et s'étendent jusqu'à l'épiderme dans les premiers mois, tandis qu'ils réduisent très légèrement leur longueur en été.

Les tissus conducteurs, de soutien, les canaux sécréteurs, les cristaux présentent les variations indiquées pour le pétiole.

Le *Sanicula europœa* nous offre un exemple de protection nettement assurée par le collenchyme formant une barrière tout autour du pétiole et ce tissu se marque plus encore en face du faisceau médian. Cette protection pourrait expliquer comment le collenchyme est toujours plus abondant au *plein air* qu'en *serre* dans son ensemble et plus fort dans l'épaississement de ses cellules et comment la protubérance que dessine ce tissu en face du faisceau

médian s'étend sur une plus grande longueur dans la plante de plein air d'hiver alors qu'il forme un faible amas dont la convexité est brusquement dessinée dans l'échantillon de serre. Non seulement le *sanicula* protège ses tissus par du collenchyme à l'extérieur, mais intérieurement le parenchyme enveloppe aussi les faisceaux doublant ainsi leur isolement, ceci est très visible dans le pétiole, comme dans le limbe de plein air d'hiver ; en été il y a atténuation de ces caractères. Dans la plante de serre et d'été, quoique le collenchyme soit légèrement plus abondant, les cellules du parenchyme ne présentent jamais d'aspect concentrique autour des faisceaux tout au plus dessinent-elles un groupement plus régulier de leurs éléments formant comme une coupe au-dessus et au-dessous des faisceaux. Les tissus conducteur et de soutien nous montrent une évolution comparable à celle que nous constaterons dans maintes autres plantes, il y a augmentation du tissu conducteur dans la plante de plein air en été, sans jamais atteindre le développement qu'acquiert ce tissu dans l'échantillon de serre en hiver. Les tissus de soutien sont mieux représentés dans le *sanicula* de plein air à n'importe quelle époque, tandis qu'ils restent inférieurs soit comme importance générale, soit comme importance particulière de l'épaisseur des éléments. La chlorophylle présente une condensation périphérique très nette dans les échantillons de plein air, d'hiver, et au contraire une dissémination généralisée dans les plantes de serre. Dans leur ensemble les coupes ou de pétiole ou de limbe de *sanicula europæa*, de l'un ou l'autre milieu, présentent un aspect nettement différent surtout au début de l'hiver, aspect caractéristique de chaque milieu : compact dans le plein air, léger dans le végété-

tal de serre. En été, la structure acquise par les organes de la plante de plein air a quelques tendances à rappeler l'organistaion de l'échantillon de serre d'hiver.

TARAXACUM DENS-LEONIS L (Composées)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Dans cet échantillon, le port en rosette est nettement différent dans l'un et l'autre milieu. La plante cultivée au plein air et récoltée en hiver a toutes ses feuilles aplaties contre le sol ; au printemps, les limbes prennent une position plus verticale sans jamais être aussi dressés que ceux de la plante de serre. Chez cette dernière, en hiver, les limbes ont une direction complètement verticale. A la période d'été, l'échantillon de serre incline au contraire un peu ses pétioles. Quant aux dimensions extérieures du limbe, elles varient suivant la règle générale, elles sont très différentes en hiver si l'on compare le pissenlit de plein air à celui de la serre, puis en été les feuilles de l'échantillon de plein air se développent, sans jamais atteindre cependant les proportions constatées sur la plante de serre.

	Hiver	Eté
Plein air . .	4 cm 1 sur 1 cm 5	6 cm 5 sur 1 cm 9
Serre	6 cm 6 sur 1 cm 7	6 cm 9 sur 1 cm 8

Ce tableau donne la variation moyenne de la longueur et de la largeur (de la dent la plus large) du limbe dans les deux milieux de culture. La coloration du *Taraxacum* de plein air est toujours d'un vert plus franc que celle de l'échantillon de l'autre milieu. Les dents du limbe présentent, elles aussi, des variations au plein air en hiver, les dents ne

sont pas profondes, elles n'atteignent jamais la nervure principale.

La dent terminale est cordiforme. En été, les découpures du limbe s'accroissent jusqu'à atteindre ou presque la nervure principale, de plus il se développe sur les dents et sur le pétiole (qui n'existait pas dans la période d'hiver) des dents supplémentaires petites et aiguës rappelant celles qu'on remarque toujours sur les limbes du pissenlit de serre. Chez ce dernier, les denticulations sont extrêmement pointues tandis que la dent principale est en forme de fer de lance.

MORPHOLOGIE INTERNE

Nous distinguerons deux régions pour faciliter l'étude du limbe.

a) Le limbe proprement dit, comprenant les **tissus foliaires** depuis l'extrémité du limbe jusqu'à la nervure principale.

b) La nervure principale.

Limbe

Plein air. — a) Une coupe faite dans un limbe recueilli dans les premiers mois d'hiver, montre un épiderme à cellules plates, à cuticule épaisse, l'assise épidermique a une hauteur presque égale sur les deux faces. Le parenchyme se divise nettement en deux régions ; l'une, la plus grande occupant plus de la moitié de l'épaisseur totale du limbe, a ses cellules longues, étroites, serrées l'une contre l'autre, perpendiculaires à l'épiderme et renfermant une forte proportion de chlorophylle.

Cette région comprend trois ou quatre assises, la dernière de ces assises forme comme un passage

entre cette première région palissadique et l'autre région, elle est composée d'éléments plus ou moins réguliers de taille, de forme arrondie, et peu serrés l'un près de l'autre. Puis vient enfin la seconde région constituée exclusivement par des cellules dont l'orientation tend à être perpendiculaire à celle du tissu palissadique. Dans cette portion du limbe, les cellules sont séparées par de nombreuses lacunes. A l'extrémité du limbe, les différences s'atténuent et le parenchyme est formé par des cellules arrondies, serrées, les éléments de l'épiderme sont carrés et leur cuticule est plus épaisse qu'en tout autre endroit du limbe. Tous les faisceaux libéro-ligneux sont peu développés et sont bien isolés au milieu du parenchyme ; le liber, les fibres y occupent la plus grande place et ce n'est qu'à une certaine distance de l'extrémité du limbe qu'on remarque le premier faisceau. Fréquemment, entre le tissu palissadique et le tissu lacuneux, on distingue des amas de cellules libériennes.

b) Nervure principale. Elle ne forme qu'une petite bosse du côté du tissu lacuneux. L'épiderme prend des cellules plus étroites, hautes et à cuticule mieux développée, l'assise sous-épidermique est petite, accolée à l'épiderme et la membrane, commune à ces deux couches, est renforcée. Le parenchyme est formé de cellules presque identiques, arrondies, se serrant autour du faisceau qui est bien isolé au centre ; il ne comprend que quelques rares vaisseaux du bois, tandis que le liber et les cellules de soutien y sont bien développés. La chlorophylle est plus abondante dans le parenchyme palissadique.

Les modifications dans les mois postérieurs sont portées surtout sur la nervure principale et sur l'orientation des lacunes. Dans le limbe, proprement

dit, le parenchyme subit une désorganisation, surtout du côté tissu lacuneux où les cellules s'orientent plutôt — de même que les lacunes — dans une direction perpendiculaire à la longueur du limbe. Il peut même arriver que le parenchyme soit constitué par des cellules semblables, seule une assise contiguë à la face supérieure de l'épiderme garde des cellules allongées plus ou moins perpendiculairement à celui-ci, témoignant ainsi de l'emplacement de l'assise palissadique des échantillons d'hiver. Les faisceaux ont augmenté leur surface (sans que jamais elle atteigne toute la largeur du limbe). Le bois est mieux développé qu'auparavant, les amas de liber, au contraire, sont devenus plus petits. Les stomates sont plus nombreux sur les deux faces. Aux extrémités on ne remarque plus de cellules de forme arrondie aussi généralisées qu'on le constatait dans la coupe de pissenlit de plein air d'hiver. La cuticule n'affecte aucun renforcement dans cette partie terminale du limbe.

c) Nervure principale : à la période estivale, elle présente un dôme au-dessus du niveau de chaque face de l'épiderme qui est légèrement épaissi sur toute sa longueur. Le dôme situé du côté le plus lacuneux du limbe est occupé par des rangées de cellules dont la première s'accole à l'épiderme et l'on voit de part et d'autre du plan médian de la nervure, sur une faible longueur, les cellules qui marquent leur membrane, cet épaississement s'atténue rapidement en profondeur. Les assises voisines du faisceau, et celles situées au-dessous de celui-ci, sont analogues à celles qui viennent d'être décrites. Celles qui occupent le plus petit dôme (sur la face supérieur du limbe) ont une tendance à s'étirer en réseau jusqu'à l'épiderme. Le faisceau médian qui s'est rap-

proché de l'épiderme a un endoderme à grosses cellules. A la partie dorsale du liber, les laticifères apparaissent nombreux, gros et disséminés. L'arc de cellules de soutien et de liber est toujours bien développé, mais le bois a pris des vaisseaux de plus large calibre et plus nombreux ; la longueur des files de vaisseaux a augmenté. Il peut se former des faisceaux libero-ligneux latéralement au faisceau médian, mais ils restent toujours petits et peu nombreux. Ces modifications de structure sont surtout amenées par la position du limbe qui est plus verticale en été qu'en hiver. Dans les mois suivants, les tissus se resserrent, la chlorophylle se condense d'une façon plus marquée du côté palissadique. Les lacunes se réduisent et les régions palissadique et lacuneuse réapparaissent nettement différenciées.

a) Si à présent nous considérons un limbe développé dans la *Serre*, en décembre, il a la structure suivante : les épidermes bosselés, semblables sur les deux faces, montrent de nombreux stomates. Le parenchyme ne présente aucune différenciation nette dans ses cellules. Une assise contiguë à l'épiderme et parfois sa voisine ont leurs cellules perpendiculaires à la hauteur du limbe, mais cette orientation n'est pas régulière et ne se réalise que sur une faible surface, des lacunes viennent souvent séparer ces éléments. Le reste du limbe est composé d'un tissu réticulaire dont les travées presque toujours unicellulaires se disposent comme les lacunes, perpendiculairement à l'épiderme. On peut même voir des travées constituées par des cellules semblables s'étendant d'un épiderme à l'autre. En somme on peut dire que le parenchyme est constitué par un même tissu dont les lacunes se font plus nombreuses dans sa partie inférieure. La chlo-

rophylle se distribue dans toutes les assises. Les faisceaux libéro-ligneux sont plus importants que dans la plante de plein air, ils sont séparés de l'épiderme par des assises de parenchyme moins nombreuses. Le bois y occupe la majeure partie de la surface du faisceau, ses vaisseaux sont larges. L'endoderme a des cellules plates, les laticifères sont bien développés. Les amas libériens peu fréquents sont petits et placés dans les espaces intercellulaires.

b) Nervure principale : sa surface est plus importante qu'elle ne l'était chez le taraxacum de plein air, et possède deux convexités bien développées. L'épiderme a ses faces légèrement marquées, il est doublé d'une assise sous-épidermique à éléments irréguliers de forme, laissant de petits méats entre eux. Le parenchyme de la nervure a un aspect léger, car toutes les membranes cellulaires y sont minces. Les cellules du côté inférieur du limbe sont grandes et délimitent des méats ; de l'autre côté du faisceau ce sont des rangées étirées depuis l'épiderme et perpendiculairement à celui-ci jusqu'au faisceau. Il n'y a aucune disposition concentrique. Le faisceau médian est situé assez près de l'épiderme, il est toujours accompagné d'autres faisceaux latéraux plus petits. Dans chacun c'est le bois qui domine, le liber est sous forme d'îlots, les fibres sont déjà représentées mais n'ont pas leur membrane épaissie.

L'examen d'une coupe de limbe de Taraxacum Dens-Léonis de serre prélevé à la belle saison montre un épiderme avec quelques cellules saillantes, les cellules du parenchyme — par plage — sont assez régulièrement perpendiculaires à l'épiderme et disposées côte-à-côte sans méats intercellulaires, tandis que sur la face inférieure, elles gardent un aspect de travées. Mais les différences entre ce tissu

pseudo-palissadique et le tissu lacuneux sont peu sensibles. On peut dire que les lacunes découpent d'une façon moins régulière le limbe perpendiculairement à sa hauteur à l'encontre de ce qui avait été remarqué jusqu'ici. La chlorophylle est un peu plus abondante.

c) Nervure principale^e: elle ne montre qu'une légère bosse sur la face la plus lacuneuse du limbe. Les cellules épidermiques sont un peu épaissies sur leurs quatre faces. Des cellules assez grandes et laissant des espaces intercellulaires les unissent au faisceau unique situé bien au centre ; le bois y est toujours prépondérant. Dans la partie inférieure du faisceau, les cellules du parenchyme se séparent un peu l'une de l'autre, mais les méats ainsi formés restent petits.

Remarque. — Cette structure d'été rappelant obscurément celle de la plante de plein air par son tissu palissadique ébauché, est très furtive. En un court laps de temps, on est ramené à la structure trabéculaire de décembre. Le rapprochement incomplet qu'on peut ainsi établir entre l'échantillon de serre en été et l'échantillon de plein air s'explique facilement puisque le limbe ne prend jamais dans la serre une position aussi nettement horizontale que celle affectée par la plante de plein air en hiver.

Pendant quelque temps, j'ai disposé plusieurs pieds de *Taraxacum Dens-Léonis* dans une serre chaude (18-22°) et humide, dite « serre des Palmiers ». L'humidité y est assez considérable pour que la vapeur d'eau arrive à se condenser sur les vitres et les fers de la charpente. Au bout de peu de temps, les échantillons prennent un aspect nouveau et spécial à cette serre. La coloration des organes est jaune-verdâtre, les feuilles grêles et molles sont

incisées jusqu'à la nervure médiane. Leur développement est extrêmement rapide, et elles se flétrissent très vite. Une coupe transversale du limbe donne une impression de dissociation excessive des tissus, d'amincissement considérable de toutes les membranes, d'augmentation exagérée du nombre des lacunes, on a ainsi un aspect ténu et perforé du limbe. L'épiderme sur les deux faces a des cellules inégales allongées, papilleuses et il apparaît dans cette couche externe des cristaux d'oxalate petits, arrondis et nombreux. Les cellules du parenchyme sont inégales et leur orientation est variable, il est impossible le plus souvent de distinguer la région palissadique, sauf en de rares endroits où l'on trouve une courte série de cellules plus ou moins polyédriques et hautes, se disposant côte à côte et ayant une orientation parallèle à leur plus grande dimension ; elles sont donc perpendiculaires à l'épiderme. La chlorophylle, qui est beaucoup moins abondante que dans la serre ordinaire, a groupé ses grains aux antipodes de la cellule, c'est-à-dire à la face supérieure et inférieure. Aux extrémités, sur un très faible espace, les cellules sont un peu plus serrées, mais presque immédiatement renaît le parenchyme très lâche. Les cristaux sont très nombreux dans tout le parenchyme.

b) Nervure principale : elle a une taille bien développée. Le contour de toutes ses cellules est extrêmement fin, les dimensions des éléments sont considérables, leur forme est irrégulière et ils laissent des méats intercellulaires entre eux. Le faisceau libéro-ligneux occupe une surface assez grande, son bois a de gros vaisseaux dont les files radiales sont un peu divergentes et non parallèles comme dans la plante de serre tempérée.

Le liber et les cellules de soutien, de même que les amas libériens du limbe proprement dit ont subi une énorme réduction. Il existe dans la nervure principale des faisceaux latéraux, mais ils sont toujours de faible surface.

De l'étude des tissus du *Taraxacum Dens-Léonis* aux différentes saisons, on peut tirer les conclusions suivantes : au plein air et en hiver, le limbe présente un épiderme régulier différent sur les deux faces, toutes deux ont une cuticule épaisse ; le parenchyme organise ses éléments en tissu palissadique et lacuneux bien caractéristiques, les méats sont peu nombreux et peu étendus ; même à la partie inférieure du limbe les faisceaux libéro-ligneux sont de petite surface, et isolés, au milieu du parenchyme, les tissus de soutien y occupent une place plus importante que les tissus conducteurs ; le bois possède peu de vaisseaux, leur paroi est large, leur calibre réduit. Disséminés à différents endroits du limbe, on trouve des amas de cellules libériennes assez importants ; les laticifères sont peu fréquents et petits. La nervure principale, comme tout autre nervure est peu accentuée et possède un épiderme renforcé, un parenchyme à cellules serrées autour du faisceau libéro-ligneux qui est peu développé. En été, le limbe et la nervure principale se modifient, leurs dimensions générales augmentent, l'épiderme diminue l'épaisseur de sa cuticule et de ses membranes.

Dans le limbe, le parenchyme palissadique se réduit, mais il y a toujours possibilité de retrouver quelques assises conservant l'orientation et les caractères de ce tissu, le parenchyme lacuneux est plus lâche, les méats ayant gagné en surface. Les

faisceaux libéro-ligneux prennent une grande extension et leur nombre parfois augmente, le liber demeure bien développé, mais le bois s'est constitué des vaisseaux plus larges comme calibre, plus minces comme membrane et leur nombre est plus élevé qu'à la saison froide. Les laticifères sont devenus plus nombreux, les nervures plus saillantes ne possèdent plus de tissu compact, l'ensemble est donc d'allure assez légère, ce qui rappelle la structure des organes du pissenlit récoltés dans la serre tempérée. Dans les échantillons de ce dernier milieu, en hiver, l'épiderme est irrégulier, semblable sur ses deux faces, sans renforcement accusé de la cuticule. Le parenchyme est en quelque sorte constitué par des travées de cellules, disposées sans ordre ; à peine quelques éléments contigus à l'épiderme supérieur s'efforcent-ils de rappeler le tissu palissadique par leur forme et leur orientation. Dans ce parenchyme lâche, les amas libériens sont en petit nombre, les faisceaux libéro-ligneux occupent une place plus considérable que ceux du taraxacum de plein air. Le tissu qui y prédomine c'est le bois avec de nombreux vaisseaux à large calibre, à paroi mince. Les laticifères sont fréquents, les nervures sont saillantes sur les deux faces de l'épiderme. La saison chaude a pour effet de régulariser les tissus du pissenlit de serre tempérée, en effet à cette époque, il y a moins de lacunes pour dilacérer les éléments du parenchyme, qui devient ainsi moins lâche. A un certain moment l'organisation des tissus tend à établir un tissu palissadique et un tissu lacuneux à caractères normaux. Aussi parfaite que soit cette organisation, le tissu palissadique occupe toujours une faible portion de l'épaisseur totale du limbe, de plus cette pseudo-organisation est extrêmement furtive et re-

passé rapidement à la structure que le limbe affectait dans les mois d'hiver. De tout ce qui précède, il résulte qu'on peut donner des organes du pissenlit cultivé en hiver au plein air et en serre, les caractéristiques suivantes :

	Plein air	Serre
Epiderme	renforcé	minces
Parenchyme	compact	lâche
Membranes cellulaires	épaisses	minces
Liber	développé	peu développé
Bois	peu développé	développé
Laticifères	peu nombreux	nombreux

Et ces caractéristiques peuvent être données comme règle générale. Dans tous les échantillons étudiés, nous retrouvons ces variations fondamentales. En été, les différences de structure s'atténuent, mais chaque milieu conserve ses « dominantes » ; à savoir pour les plantes de plein air, une régularité plus ou moins grande de leurs éléments, une différenciation du parenchyme en deux tissus nettement caractérisés (palissadique, lacuneux) et les tissus de soutien l'emportent sur les tissus conducteurs. Tandis que les plantes de serre conservent une certaine irrégularité des éléments, des membranes cellulaires minces, une très faible différenciation du parenchyme, des tissus de conduction (le bois surtout) prédominants. En ce qui concerne le développement des plantes dans une serre chaude et humide, on peut donner les conclusions suivantes, déduites de l'étude du pissenlit cultivé dans ce milieu : les nouvelles conditions d'humidité et de chaleur semblent produire une dilacération des tissus, un amincissement extrême de la membrane de la cellule, une grande

atténuation de la teneur du contenu cellulaire (qui est beaucoup plus clair que dans les autres milieux). Les tissus sont à peine différenciés, les vides intercellulaires se sont exagérés. On constate aussi une augmentation du nombre et du calibre des vaisseaux du bois, tandis que les tissus de soutien diminuent considérablement. Il semblerait y avoir augmentation des déchets, les cristaux étant plus nombreux et souvent plus gros. Il faudrait peut-être faire entrer comme facteur important dans ces modifications, le développement hâtif et trop rapide qui ne permettrait pas la création de certains tissus ou leur différenciation. En somme, on peut établir comme une sorte de gradation dans l'évolution des tissus : non-différenciation presque complète dans les échantillons de serre humide et chaude, différenciation atténuée dans ceux de serre tempérée et enfin différenciation normale dans ceux de plein air.

VIOLA CANINA L (*Violariées*)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Les échantillons de serre et de plein air diffèrent par leurs dimensions plus petites au plein air (feuilles, 1 cm sur 8 mm.) qu'en serre (1 cm 9 sur 1 cm 7) ; par la forme des denticulations du limbe qui sont arrondies, peu profondes sur les feuilles de violette de plein air, elles sont assez profondément crénelées pour l'autre plante. L'ensemble du limbe de plein air est trapu, cordiforme, celui de serre piri-forme. En été, les organes de l'échantillon de plein air s'accroissent, leur longueur passe à 2 cm 7, leur largeur 2 cm 2, pour la violette de serre, on a : longueur 3 cm 5, largeur 3 cm 1. Le mode de végétation de *viola canina* a été décrit par Chmielewski (9).

Ce même mode de végétation se retrouve sur la violette développée en serre, mais l'activité de croissance y est beaucoup plus accusée, plus rapide.

MORPHOLOGIE INTERNE

Limbe

Plein air. — La violette va nous permettre d'étudier un autre type que celui donné par le *Taraxacum Dens-léonis*, structure différente expliquée par le port des feuilles de la violette qui ont toujours une face éclairée et une qui reçoit moins de rayons. Cette position plus ou moins voisine de l'horizontale est réalisée même par l'échantillon de violette développé en serre. D'autre part, la violette est intéressante par les variations de ses cellules sécrétrices dans chaque milieu et aux différentes saisons. Si nous considérons d'abord l'aspect du limbe de plein air en hiver, nous aurons dès le début des tissus serrés, mais présentant nettement l'aspect classique de parenchyme palissadique et lacuneux. Le limbe droit, sans ondulation, montre un épiderme à cuticule marquée sur les deux faces et renfermant des cellules sécrétrices. L'épiderme plat, l'épiderme supérieur a ses éléments plus hauts que l'épiderme inférieur. Dans le parenchyme, le tissu palissadique occupe la plus large part de la surface totale, ses assises sont serrées et régulièrement perpendiculaires à l'épiderme. Le tissu lacuneux laisse des espaces entre ses éléments, mais ces espaces ne donnent à ce tissu que son allure strictement lacuneuse. Les dans le parenchyme, leur faisceau est peu développé ; le bois y tient peu de place ; tandis que le liber est bien visible. Aux extrémités du limbe, les cellu-

les se serrent l'une contre l'autre, et l'épiderme est à cet endroit à cuticule assez épaisse. Les poils sont trapus. Si nous regardons de plus près, les cellules sécrétrices de l'épiderme, nous verrons qu'on peut les classer en deux catégories, d'après leur aspect, les unes qui apparaissent comme des taches claires, homogènes : ce sont les cellules à tanin, les autres ont un contenu cellulaire plus dense et granuleux ; elles sont occupées par des composés phénoliques. La répartition de l'une ou l'autre de ces sortes de cellules n'est pas régulière, l'épiderme supérieur se montre toujours le plus riche et on outre ce sont toujours les cellules à tanin qui y dominent. On peut trouver, par exemple :

Epiderme supérieur	28	8
» inférieur	16	4

Les cellules sécrétrices peuvent aussi se rencontrer dans le parenchyme, mais elles sont toujours plus visibles et accumulées dans l'épiderme. Dans le parenchyme d'une violette en hiver, on voit en petit nombre et assez peu fréquemment des concrétions d'oxalate de calcium. Puis dans les mois suivants, au printemps, le limbe augmente sa longueur. Le tissu lacuneux prend des espaces intercellulaires plus importants. On peut ainsi observer la structure suivante, qui n'est qu'une phase de transition entre la forme d'hiver et celle d'été. Les faces épidermiques ont quelques cellules bossues, mais l'épiderme garde une différenciation nette dans la hauteur, la largeur de ses éléments, l'épiderme supérieur étant toujours le mieux développé. Dans le parenchyme, la première assise palissadique est régulière, à cellules

hautes, allongées, perpendiculaires à l'épiderme, tandis que la deuxième prend souvent une forme arrondie ou courte et son orientation est quelconque. Le tissu lacuneux étire ses cellules en réseau dont les mailles sont encore assez larges et régulières.

Les nervures se distinguent mieux. La principale montre deux faibles protubérances. Le tissu lacuneux traverse la nervure sans changer de forme.

Du côté du parenchyme lacuneux, il se développe un réseau de cellules régulières de taille et de forme, à membrane mince ; le faisceau libéro-ligneux occupe une surface plus grande, le bois augmente un peu le calibre de ses vaisseaux ; le liber prend la forme d'un amas de largeur irrégulière par endroits. Les cellules à dérivés phénoliques diminuent leur nombre d'une façon très sensible et les cristaux en oursin sont plus gros et plus abondants.

Enfin, après quelque temps encore, les épidermes restent relativement réguliers, ne présentant que de rares cellules faisant saillie au-dessus des autres. Les modifications se portent surtout sur la nervure principale et les cellules sécrétrices.

La nervure médiane et son faisceau se sont encore accrus, du côté lacuneux, le réseau est à cellules assez irrégulières et séparées par des méats, le liber est à présent sous forme d'îlots, le bois a de larges vaisseaux mais les files de cellules du bois qui les séparent conservent une largeur assez grande. Autour de la nervure médiane, on trouve de nombreuses concrétions calcaires. Dans l'épiderme, les cellules à tanin seules ont subsisté. C'est à ce stade qu'on a la forme la plus évoluée de l'échantillon de plein air. On peut en faire le tableau suivant pour

une longueur de limbe double, si on représente par un celle du limbe donné dans le tableau précédent.

	Cellules à tanin	Cellules à dérivés phénoliques
Epiderme supérieur	42	7
» inférieur	37	5

L'automne amènera un resserrement des tissus, la chlorophylle réapparaît plus abondante dans les couches périphériques, les nervures sont moins saillantes et malgré la longueur très grande du limbe, le nombre des cellules phénoliques demeure faible et de plus leurs granulations sont fines. Les lacunes en s'atténuant peu à peu redonnent au limbe la structure observée dans le plein air des premiers mois de l'hiver.

Dans le *Taraxacum Dens-Léonis* de serre, nous avons pu constater que le limbe surtout en hiver manque de différenciation dans ses tissus. Au contraire, chez la violette, même à la période la plus parfaite de structure pour la plante de serre, le limbe présente toujours au moins une assise qui possède tous les caractères du tissu palissadique, c'est ainsi qu'en hiver on peut donner de la lame foliaire la description suivante : l'épiderme est papilleux et peu différent sur les deux faces. Le parenchyme se compose de cellules allongées d'une part, les unes forment une assise assez régulière, perpendiculaire à l'épiderme, les couches contiguës possédant des cellules inégales, plutôt arrondies. L'autre partie du limbe, la plus importante par la hauteur qu'elle couvre, est constituée par des cellules étirées plus ou moins disposées en files, celles-ci séparées le plus souvent par des espaces intercellulaires assez développés. La chlorophylle est répartie dans toute la

masse cellulaire et dans toutes les assises. Les nervures sont déjà bien apparentes ; la médiane dessine une bosse de part et d'autre de l'épiderme, bosse moins accusée du côté supérieur. Le parenchyme palissadique traverse la nervure, la partie inférieure de la nervure est occupée par un réseau de cellules fines plus ou moins régulières. Entre ces tissus, le faisceau libéro-ligneux par sa surface et le développement de ses éléments, surtout conducteurs, est bien apparent. Aux extrémités du limbe, l'épiderme régularise mieux ses dimensions, et la forme de ses cellules, tandis que le parenchyme conserve presque jusqu'à sa rencontre avec l'épiderme ses deux sortes de cellules, sans jamais les arrondir, ni les serrer.

Dans le parenchyme, on voit de gros cristaux en oursins. Sur les faces épidermiques, on retrouve les deux catégories de cellules sécrétrices. On peut ainsi les dénombrer (pour un limbe de longueur double de celui de plein air de l'époque correspondante).

	Cellules à tanin	Cellules à dérivés phénoliques
Epiderme supérieur	25	36
» inférieur	23	32

Le passage à la période estivale sera décelé par une organisation plus parfaite du tissu palissadique, on aura ainsi à un moment : parenchyme palissadique et lacuneux, mais le tout ajouré par des lacunes nombreuses. La nervure principale diminue ses convexités et les cellules réticulaires du côté inférieur sont moins irrégulières. Aux extrémités, la cuticule se marque un peu et les cellules du parenchyme commencent à se disposer régulièrement à la périphérie pour donner une assise bordante régulière.

En juin, on est arrivé à un aspect qui serait normal si l'épiderme ne présentait pas de cellules ondulées aussi fréquentes, surtout sur l'épiderme supérieur, cet épiderme est plus haut que l'épiderme inférieur. Les assises palissadiques sont allongées perpendiculairement à l'épiderme, mais cette disposition caractéristique de ce tissu est plus factice que réelle, en effet, de nombreuses cellules des assises non adjacentes à l'épiderme ne sont pas orientées d'une façon régulière perpendiculairement à la hauteur du limbe. Le tissu lacuneux a des cellules qui dessinent des réseaux dont les mailles sont également larges. Ici les nervures ne se distinguent guère de la masse du limbe. Leur faisceau est petit. La nervure principale a comme les autres un faisceau libéro-ligneux à endoderme formé par des cellules hautes, longues, régulières. Le tissu palissadique vient en contact avec le faisceau et ne forme aucune bosse ; du côté inférieur, il y a une convexité remplie par des cellules régulières. Le bois reste bien développé dans les faisceaux, mais le liber est un peu plus abondant qu'au-paravant. Aux extrémités, les cellules parenchymateuses diminuent leur différence de taille et modifient leur direction jusqu'à devenir presque semblables, de forme polyédrique, à angles arrondis et elles se resserrent. Sur les épidermes des coupes de plein air de même époque, les cellules à tanin sont seules bien développées, tandis que chez la violette de serre, les deux catégories de cellules sécrétrices sont encore représentées, mais avec une diminution du nombre de cellules phénoliques. Sur une longueur, à peu près égale à celle du limbe de plein air d'été, on a pu constater ce qui suit :

	Cellules à tanin	Cellules à dérivés phénoliques
Epiderme supérieur	20	4
» inférieur	12	3

De plus les cellules phénoliques ont des grains serrés ; on peut même voir les cellules à tanin pénétrer à l'intérieur des tissus de la nervure principale. Les cristaux d'oxalate de calcium un peu moins nombreux restent confinés dans la zone pallissadique ou aux premières assises adjacentes du tissu lacuneux, donc toujours dans la région médiane du limbe. Puis dans les mois suivants des plages de désorganisation se créent, on revient ainsi à la forme de serre d'hiver légère par ses membranes cellulaires, ses lacunes fréquentes et n'offrant qu'une faible différenciation du parachyme.

Dans ses points essentiels, l'évolution du limbe de violette est comparable à celle du taraxacum. En effet, nous y retrouvons, par exemple au point de vue macroscopique en hiver la taille mieux développée des feuilles pour la plante de serre, en été l'augmentation des dimensions de l'échantillon de plein air. Au point de vue anatomie interne, la protection généralisée et particulièrement efficace au niveau des faisceaux dans les organes de la violette de plein air dans la mauvaise saison. Les tissus de soutien liber ou fibres gardent toujours une plus large place dans la plante de plein air ; c'est l'inverse pour le tissu ligneux dont les vaisseaux sont plus abondants chez le végétal de serre. Mais ce qui différencie les modifications subies par le pissenlit et la violette, c'est le parenchyme foliaire. La disposition des éléments du limbe de la violette de serre montre même en ses premiers stades une

organisation (il est vrai un peu vague) en tissus palissadique, et lacuneux, tandis que c'est la non différenciation complète en cette période pour le pissenlit. Quand le tissu palissadique apparaît chez ce dernier, il a une durée très brève ; au contraire, en été, chez la violette, le parenchyme palissadique s'organise plus nettement et maintient pendant un certain temps ce développement. On doit peut-être attribuer cette divergence d'évolution à la position même des feuilles ; presque toujours dressées et ne s'infléchissant que très peu chez le taraxacum, tandis qu'elles ont toujours leur face supérieure plus ou moins perpendiculaire aux rayons lumineux dans la violette. Nous avons pu constater que les cristaux d'oxalate de calcium sont plus abondants chez la plante de serre à toute époque, qu'ils augmentent leur nombre et leur taille pendant la période estivale pour la violette de plein air. Une même variation sera établie pour d'autres feuilles. Ce qui est propre à la violette c'est surtout la marche de l'évolution de ses cellules sécrétrices. Les cellules à tanin sont toujours plus abondantes dans le plein air d'hiver que les cellules à dérivés phénoliques, puis le nombre des premières croît tandis que celui des secondes se restreint et à la période chaude on ne voit presque plus que des cellules à tanin. Par contre, dans l'échantillon de serre en hiver, les cellules phénoliques sont les plus importantes. Si l'on dénombre les cellules à tanin et les cellules phénoliques sur l'épiderme supérieur par exemple du limbe de violette on trouve un faible écart pour la plante de serre.

	Plein air	Serre
Cellules à tanin	28	25
» phénoliques	8	36

Ne pas oublier que la longueur du limbe de serre est double de celle du même organe au plein air ; de même si l'on compare le nombre de cellules sécrétrices de même nature sur chaque épiderme, les différences sont beaucoup plus marquées entre les deux faces de la feuille de **plein air**.

	Cellules à tanin		Cellules phénoliqu.	
	Plein air	Serre	Plein air	Serre
Epiderme supér...	28	28	8	36
» infér....	16	23	4	32

La plante de serre diminue peu à peu le nombre de ses cellules granuleuses et en été leur nombre est faible par rapport à celui des cellules à tanin (20 cellules à tanin contre 4 phénoliques). Il semble donc résulter de ces observations qu'un éclaircissement plus intense facilite le développement des cellules à tanin (Kraus-Westermaier) et que celui des cellules à dérivés phénoliques est entravé par des variations de température (Leclerc du Sabon (16), Pfeffer (20).

Pétiole

Plein air. — Le pétiole de violette n'offre aucune particularité nouvelle dans sa structure à différentes époques ; c'est pourquoi nous n'en ferons qu'un examen sommaire. Les tissus du pétiole de violette de plein air donnent un ensemble alourdi ; en effet les assises épidermiques, sous-épidermiques, épaississent leur membrane fortement sur la convexité supérieure et aux angles de base. Cette protection est renforcée par quelques cellules parenchymateuses qui sont épaissies. Les cellules du parenchyme sont régulières et serrées à méats presque nuls ; elles sont disposées en couches concentriques

autour des faisceaux libéro-ligneux. Ceux-ci sont en général au nombre de trois : un médian qui est le plus gros, affectant en coupe transversale une forme de croissant, les deux autres plus arrondis, de plus petite taille sont relégués dans les angles basaux du pétiole. Le liber occupe une large place dans les faisceaux, le bois possède de petits vaisseaux à paroi épaisse. En été, l'épaississement des cellules parenchymateuses n'existe plus, et d'une façon générale la membrane cellulaire du parenchyme s'est amincie, l'épiderme garde encore des membranes assez marquées, le sous-épiderme ressemble au parenchyme et par la forme de ses cellules et par l'épaisseur de leur membrane. Quant aux faisceaux ils ont pris une surface plus importante en même temps qu'ils se sont arqués davantage, leur bois comprend des vaisseaux plus nombreux et de plus fort calibre.

Dans la *Serre* tempérée, le pétiole de violette en coupe transversale, même dans les mois d'hiver, est composé de cellules à paroi mince, seul l'épiderme garde ses faces (surtout la face externe) très légèrement accentuées. Le sous-épiderme a tous les caractères des cellules du parenchyme, ces dernières sont plus ou moins régulières, leur taille est grande avec un maximum dans les assises médianes. Elles délimitent entre elles, des méats. Le faisceau libéro-ligneux situé dans le plan médian de symétrie du pétiole est en forme de fer à cheval, réservant au bois — ayant vaisseaux de large calibre — la plus grande partie de sa surface. Tandis que dans les échantillons de plein air, on ne trouvait en général que deux faisceaux secondaires, dans celui de la plante de serre ces faisceaux latéraux peuvent être en plus grand nombre ; leur

forme reste arrondie et leur taille restreinte. L'été ne détermine dans le pétiole de violette de serre que de faibles modifications, la plus accentuée de celles-ci consiste en la régularisation des dimensions des cellules parenchymateuses.

La taille, le nombre des cristaux et des cellules sécrétrices du pétiole varient suivant l'époque et le milieu comme nous l'avons indiqué plus haut dans l'étude du limbe. Les cristaux, les cellules sécrétrices s'accumulent de préférence à la partie supérieure du faisceau médian du pétiole. Il faut mentionner en outre que dans les deux milieux d'expérience le pétiole de violette présente une gouttière ventrale toujours visible, quels que soient les échantillons examinés. Sur les plantes de plein air, cette gouttière, en hiver, rapproche ses bords, pour les écarter en été. Sur un échantillon de serre, à toute époque la gouttière est largement ouverte.

Le pétiole de violette accuse pour ses tissus généraux (épiderme, parenchyme, bois, liber) des variations adéquates au milieu et à la saison, variations déjà indiquées précédemment. Pour ses éléments spéciaux (cellules phénoliques et à tannin) leur variation est la même que celle donnée ci-dessus pour ces mêmes éléments dans le limbe de violette.

VERONICA OFFICINALIS L (Scrofularinées)

MORPHOLOGIE EXTERNE

En décembre, les échantillons de véronique restés en plein air possèdent des feuilles de petites dimensions (longueur 1 cm. 1, largeur 6 mm.) à court pétiole (2 mm.), dont les faces sont couvertes de poils formant duvet, leur coloration est d'un vert très sombre où le brun vient parfois s'ajouter. La tige elle-même est très poilue et ses entre-nœuds sont peu développés (5 mm. les plus grands). Par des variations progressives, la plante atteint son aspect estival, les feuilles sont alors plus grandes (2 cm. 6 sur 1 cm. 7), le pétiole aussi (5 mm.), la coloration est d'un vert plus franc quoique toujours assez foncé, les denticulations du bord du limbe se creusent un peu plus profondément, les entre-nœuds se sont accrus (les plus petites ont 1 cm. 2). L'échantillon de serre, en hiver, a ses feuilles vertes, légèrement teintées de brun, leur limbe est dentelé assez fort vers sa partie supérieure, ses faces qui mesurent 1 cm. 8 sur 1 cm. 1 sont papilleuses et portent quelques poils, son pétiole est assez long (5 mm.). En été, il y a peu de variation, les denticulations du limbe s'accusent encore un peu, ses dimensions augmentent légèrement, 2 cm. 9 sur 1 cm. 7, de même la longueur du pétiole (6 mm.). La gouttière ventrale est bien accentuée.

Tige

Les tiges qui se sont développées au cours de l'une ou l'autre saison ont des structures différentes et ce qui les différencie le plus c'est l'anneau de bois qui prend en été un développement considérable. La disposition concentrique des éléments du cylindre central dans la véronique permet de distinguer nettement l'épiderme, l'écorce et les éléments divers du cylindre central (péricycle, liber, bois) disposés en couronne et au centre, la moelle qui occupe toujours une assez grande surface.

Plein air. — En décembre, l'ensemble de la coupe donne une impression de régularité et d'épaississement généralisé des membranes. L'épiderme à cellules plates quelque peu irrégulières de taille, mais de hauteur constante s'unit intimement à l'assise sous-épidermique (qui est de même taille) par une membrane commune bien épaisse. Les cellules corticales sensiblement égales ont leur paroi renforcée sur presque toute la profondeur de l'écorce. Les cellules des assises voisines de l'endoderme sont un peu plus petites et ont leur membrane épaissie. Entre toutes ces cellules, les méats sont nuls et très petits. L'endoderme est formé de cellules régulières rectangulaires, dont les faces supérieure et inférieure sont bombées, puis vient le péricycle bien visible, bien développé. Les cel-

lules sont renforcées, sur toute leur largeur. Le liber et les cellules libériennes sont disposées en couronne. Le bois présente quatre régions différentes opposées deux à deux et comparables deux à deux par leur constitution. Les plus petites régions (B) comprennent des vaisseaux séparés par de nombreuses cellules du bois ; les vaisseaux ont en coupe transversale une forme arrondie, mais leur canal est petit. Dans les régions A les files sont courtes et les vaisseaux y sont de forme polyédrique à lumière plus large que dans la zone B, de plus ils sont nombreux dans chaque file et ils s'accolent d'une rangée à l'autre. Dans cette région, les cellules du bois ont par conséquent un moins grand développement qu'en B.

En face de ces segments de l'anneau ligneux on remarque des amas de cellules polyédriques, petites, régulières ayant leur paroi entièrement épaissie ; ces cellules offrent par tous ces caractères un contraste bien net entre le bois et la moelle. Ce sont les cellules pérимédullaires, plus développées en face des régions A que des régions B. La moelle à ses éléments assez régulièrement polyédriques et ne présentant que de rares méats. Dans tous les tissus on distingue de petits cristaux mais peu abondants.

On peut donner des principaux tissus de la coupe de tige d'hiver le tableau suivant (dont les mesures sont arbitraires) :

	Bois	Cell.pérимédullaires	Etendue de la région
Région A	17	11	24
Région B	30	9	38

Si nous regardons à présent une coupe de tige de *Veronica officinalis* recueillie dans les mois d'été, l'épiderme a pris des cellules un peu plus hautes qu'en hiver. Le sous-épiderme rappelle par ses dimensions et sa forme plutôt les cellules de l'écorce que celles de l'épiderme, mais la membrane intermédiaire entre ces deux assises périphériques demeure bien marquée. Les cellules corticales ont une membrane épaissie sur un nombre plus restreint de couches, leur forme est devenue plus ovale, les méats intercellulaires qui apparaissent fréquemment ne prennent jamais de grandes proportions. De dimensions moyennes à la périphérie, elles deviennent plus grandes vers le milieu de l'écorce, pour reprendre une plus faible taille dans l'assise avoisinant l'endoderme qui est de forme normale, légèrement aplati.

Le péricycle toujours distinct ne montre ses épaississements d'une façon marquée qu'aux angles de ses cellules. Le liber a le plus souvent la forme d'îlots réunis par une mince ligne de cellules libériennes. C'est le bois qui a de tous les tissus évolué d'une façon plus visible, son épaisseur générale est devenue plus considérable ; il comprend toujours 4 régions d'inégale grandeur ; cependant la différence d'étendue n'est

pas aussi marquée que dans l'hiver. La plus petite région possède des files de vaisseaux petits et presque identiques, séparées par des lignes radiales de cellules ayant la même largeur que les vaisseaux. Dans l'autre région (B), les vaisseaux sont largement ouverts et les rangées de cellules du bois sont beaucoup plus étroites que les files de vaisseaux.

En face de la première région, les cellules pérимédullaires s'étendent sur une grande largeur et sont épaissies surtout aux points de jonction. La moelle arrondit ses cellules, les centrales plus grandes ont tendance à s'orienter perpendiculairement à la zone où les cellules pérимédullaires sont plus fréquentes (région A).

	Bois	Cell.pérимédullaires	Etendue de la région
Région A	10	18	35
Région B	13	8	16

Pour l'échantillon de *Serre*, il est préférable de distinguer 2 phases dans la période d'hiver. A la première de courte durée, les membranes sont généralement minces, d'où l'aspect léger de la coupe. L'épiderme, à cellules assez hautes, pas très régulières comme dimensions et dont quelques-unes font saillie extérieurement, est suivi d'un sous-épiderme bien développé, leur membrane médiane est peu épaissie. Parfois le contour général est irrégulier, dans ce cas, les cellules épidermiques deviennent basses et les cellules corticales s'étirent à ce niveau pour épouser l'ondulation. Les cellules de l'écorce laissent entre elles des méats, leurs dimensions augmentent avec la profondeur, elles se distinguent ainsi nettement de l'endoderme dont les cellules sont petites et plates. Le péricycle est peu développé et n'atteint dans ses parois qu'une très faible épaisseur. Le liber peu important est sous forme d'îlots. D'une façon générale, les files du bois sont assez courtes, mais ont de larges canaux. On peut toujours y distinguer quatre zones, cependant, les différences ne sont pas aussi nettes entre elles que précédemment. La plus étendue (B) a des files de gros vaisseaux qui s'accroissent, l'autre plus restreinte a ses vaisseaux un peu moins développés. Les cellules pérимédullaires ont des épaississements punctiformes aux angles et forment par leur ensemble de petites bosses en face des différentes régions de l'anneau ligneux. Les cellules de la moelle sont polyédriques, les plus grandes au centre s'organisent suivant une assise directement perpendiculaire aux régions A.

	Bois	Cell.pérимédullaires	Etendue de la région
Région A	25	24	24
Région B	34	18	32

Mais bientôt les tissus évoluent. L'écorce par exemple a

ses assises externes plus régulièrement ovoïdes avec des méats fréquents, tandis que les internes ont une allure plus rectangulaire et au voisinage du cylindre central elles sont de taille un peu inférieure, si bien que l'endoderme, avec des cellules bombées, s'en distingue facilement. Péricycle et liber sont peu développés. C'est dans les couches ligneuses que réside surtout la différence avec les échantillons antérieurs, l'épaisseur totale du bois a beaucoup augmenté ; on peut délimiter quatre zones dans l'anneau. Deux régions A où les files de vaisseaux sont moins longues, à calibre à peu près égal à la largeur des cellules du bois ; du côté de l'assise génératrice, les vaisseaux diminuent faiblement leur ouverture qui est polyédrique. On aperçoit parfois au bas de la file un vaisseau plus largement ouvert. Ces deux régions où les éléments sont uniformes se séparent l'un de l'autre par deux plus grandes zones (B) qui ont leurs files plus longues et la surface sur laquelle elles s'étendent est aussi plus considérable que dans le premier cas. Mais la différence essentielle porte sur l'importance que prend l'ouverture des vaisseaux conducteurs qui, fréquemment, n'occupent que la moitié de la longueur de la file ; le reste est couvert par des canaux moins développés, plus polyédriques. Entre chacune de ces files on distingue des rangées de cellules du bois étroites mais développées sur toute l'épaisseur du cercle ligneux, ces cellules du bois ont une forme étroite et allongée. En face de cette région B à longues files de vaisseaux, les cellules perimédullaires forment un dôme dont la plus grande dimension est inférieure à celle que ces éléments prennent dans la région A du bois. Les cellules perimédullaires ne présentent que des ponctuations épaissies aux angles. Faisant suite à ces éléments, on a d'abord des cellules polyédriques de taille croissant vers le centre et qui émoussent peu à peu leurs angles, on arrive ainsi à des formes cellulaires arrondies laissant entre elles des méats : ce sont les cellules de la moelle.

En été, l'épiderme est régulier avec des cellules ayant leur surface libre festonnée, le sous-épiderme est de même hauteur que l'épiderme. La membrane médiane entre ces deux assises est assez peu développée. La couche contiguë au sous-épiderme se constitue par des cellules corticales dont les méats sont réduits, il y a une petite différence de taille entre les cellules des couches voisines de l'épiderme ou du cylindre central et celles comprises à la partie médiane de l'écorce, ces dernières étant un peu plus développées que les autres. Il y a ainsi par la réduction de la grandeur des éléments vers le cylindre central une transition ménagée entre les cellules corticales et l'endoderme à cellules normales rectangulaires et bombées sur leur face touchant l'écorce ou le péricycle. Ce tissu s'est développé et son épaississement s'est généralisé sur toute la longueur de ses parois. Le liber s'est accru aussi et

forme une assise continue qui semble même prendre une forme de deux croissants accolés par leurs extrémités, la plus grande largeur correspondant à la région B du bois. Dans le bois, les différentes régions subsistent toujours mais l'étendue couverte par chacune offre moins de contraste que dans les coupes précédentes de serre. Dans l'une, A, on voit des files de vaisseaux plus courtes, mais de largeur constante et très souvent un vaisseau plus gros les termine, en face d'elles l'amas de cellules pérимédullaires accentué plus fortement sa convexité. Au contraire, l'autre région B possède des files d'éléments conducteurs de largeur variable. Les gros vaisseaux plus rares sont situés le plus souvent dans la partie inférieure de la file vers la moelle. D'une façon générale, gros et petits vaisseaux ont là une ouverture arrondie et ils s'étendent sur une plus grande hauteur que dans la région A. Mais en face les cellules pérимédullaires sont moins nombreuses et leur taille est plus uniforme, elles offrent ainsi une différence plus accentuée avec les cellules médullaires qui sont polyédriques à la partie périphérique et s'arrondissent au centre en ne laissant que des méats peu importants.

	Bois	Cell.pérимédullaires	Etendue de la région
	—	—	—
Région A	13	12	12
Région B	16	8	20

La tige de *Véronica officinalis*, malgré le peu de plasticité qu'elle semble posséder (en tant que tige), présente donc elle aussi des variations de structure dues au milieu. Comme dans tous les autres organes, la tige s'organise en vue de la protection de ses tissus conducteurs, ceci surtout les tiges poussées l'hiver en plein air. Les éléments de soutien offrent les mêmes variations que celles observées dans les feuilles déjà étudiées. Le liber et le péricycle ne prennent de véritable importance que dans les échantillons de plein air aux différentes saisons et une importance moyenne dans la serre pendant l'été, en même temps que les cellules pérимédullaires s'épaississent d'une façon plus marquée. Cependant dans la serre cette différence n'est jamais aussi complète qu'en plein air. Par contre, c'est dans les tiges poussées en plein air et en été ou dans la serre à quelque saison que ce soit que le bois est bien développé. Si l'on considère à présent l'épaisseur de la paroi des vaisseaux, cette paroi est toujours mince dans les échantillons de serre. En été on ne peut parfois constater une très légère augmentation de cette épaisseur. Dans les tiges poussées en serre ce sont toujours les régions de plus longues files de vaisseaux qui occupent la plus grande partie de l'anneau ligneux. La zone pérимédullaire est aussi très irrégulièrement développée, et, fait caractéristique, les parties de plus

faible épaisseur correspondent aux parties les plus larges du bois, tandis que les zones les plus épaisses sont situées en face des plus courtes files de bois. En plein air, la région pérимédullaire est toujours très importante par rapport aux bois et même en hiver, elle prend un développement plus considérable que le tissu ligneux. Dans les tiges développées en été, par contre, la zone pérимédullaire est plus réduite. Dans les échantillons de serre, cette région a toujours une importance moindre que le bois et ce n'est que dans les tiges développées pendant la courte période du milieu de l'été qu'on peut observer un développement sensiblement égal de l'anneau ligneux et de la zone pérимédullaire.

Pétiole

Plein air. — Au microscope, une coupe transversale de pétiole d'hiver présente un épiderme nettement renforcé accompagné d'un sous-épiderme de même taille que lui ; leur membrane commune est épaissie d'une façon générale, mais elle se marque plus fortement à la partie dorsale et au sommet de la gouttière ventrale du pétiole. Le parenchyme a des cellules polyédriques serrées, d'assez faibles dimensions, qui deviennent plus petites encore tout autour du faisceau principal prenant ainsi beaucoup de ressemblance avec l'endoderme. Les tissus ligneux et libérien peuvent se distribuer en un ou plusieurs faisceaux, mais les faisceaux secondaires sont petits et relégués dans les prolongements latéraux du pétiole. Le faisceau médian prend toujours une certaine importance et sa forme est celle d'un arc à forte courbure. Les fibres épaissies y sont développées dans la partie supérieure et inférieure du faisceau suivant deux dômes convexes laissant entre eux un espace occupé par les tissus conducteurs. Le liber est en bande continue. Le bois sous forme de files radiales, comprend des vaisseaux arrondis à paroi épaisse alternant avec des rangées parallèles et ininterrompues de cellules indifférenciées. La gouttière ventrale écarte largement ses bords. Après quelque temps, les cellules amincissent leur paroi et perdent leur régularité. Le parenchyme n'est plus concentrique autour des faisceaux, il groupe ses cellules en deux plages compactes adjacentes aux arcs de fibres, plages situées à la partie supérieure et inférieure du faisceau. Les stomates augmentent en nombre et ont une chambre sous-stomatique plus grande. Les fibres diminuent l'épaisseur de leur paroi.

On passe ainsi insensiblement à la structure d'été. L'épiderme a des cellules parfois irrégulières, sa cuticule est moins développée. La membrane intermédiaire entre l'épiderme et le sous-épiderme ne s'épaissit que faiblement et seulement en face du faisceau principal au sommet de la convexité dorsale et aux angles de base de la gouttière ventrale. Le sous-épiderme ne se distingue pas du parenchyme dont les cellules arrondies

laissent de petits méats entre elles. On peut remarquer une légère différence de taille entre les couches les plus internes et les plus superficielles d'une part et les assises médianes d'autre part, celles-ci étant plus développées. Le faisceau médian forme comme un éventail étalé, son liber est moins bien marqué qu'en hiver, son bois a des vaisseaux plus larges, plus nombreux qui arrivent parfois à se toucher. Les fibres sont toujours visibles dans la position qu'elles occupaient auparavant, mais leur arc a diminué de hauteur, leur paroi ne s'épaissit plus qu'aux angles. La gouttière s'est fermée sur elle-même. Les transformations déterminées par les premiers froids vont avoir pour effet de rendre régulières et plus compactes les cellules des assises voisines du faisceau principal qu'elles viendront ainsi protéger en s'accolant à son endoderme.

La structure du pétiole de la véronique de *serre* en hiver contraste avec celle qui vient d'être décrite pour l'échantillon de plein air. Le contraste réside dans l'aspect de tout l'ensemble du pétiole qui est plus grêle (sa hauteur étant supérieure à sa largeur) et par toutes ses membranes cellulaires qui sont minces. Les cellules épidermiques ont leur face convexe ce qui donne une allure ondulée à la mince cuticule. Viennent ensuite des assises d'éléments arrondis laissant entre eux des méats ; le sous-épiderme, par sa taille et sa forme se confond avec ces assises. De taille assez grande et sensiblement comparables, les cellules parenchymateuses gardent cette allure jusqu'au contact du faisceau libéro-ligneux ; là une seule assise d'entre elles devient plus petite et vient s'accoler à l'endoderme qui est normal. La disposition concentrique du parenchyme n'est jamais réalisée ici. Le faisceau médian forme un arc bien étalé, le liber y est mince, les fibres, quoique présentant déjà des assises assez nombreuses, n'ont d'épaississement qu'à leurs angles. Il arrive fréquemment que deux files radiales ligneuses et voisines viennent accoler leurs vaisseaux. La gouttière ventrale forme un angle aigu.

Dans les mois suivants, c'est le sous-épiderme qui témoigne de l'évolution la plus marquée, peu à peu ses cellules deviennent ovoïdes et plus basses, la chlorophylle gagne les assises périphériques. En été, la forme générale du pétiole s'est donc un peu alourdie, la hauteur s'est réduite, la gouttière paraît moins profonde. L'épiderme et le sous-épiderme se ressemblent. Les cellules du parenchyme sont polyédriques. Le faisceau principal apparaît plus convexe, le liber et les fibres y sont plus développés qu'en hiver, le bois possède des vaisseaux dont l'ouverture est plus considérable pour ceux situés vers la moelle.

Limbe

En hiver et au *plein air*, les feuilles présentent un limbe dont l'épiderme est différent sur ses deux faces, la face infé-

rière a des cellules moins hautes. Le parenchyme distribue ses éléments en tissu lacuneux et palissadique, celui-ci étant le plus important, dans toute l'épaisseur il y a absence presque totale de vides intercellulaires. Le contenu des cellules est dense, la chlorophylle abondante est répartie dans toute la masse protoplasmique. Autour des faisceaux, le parenchyme resserre encore ses éléments et la disposition en tissu palissadique et lacuneux disparaît pour faire place à des assises semblables qui, par leurs couches concentriques, forment une enveloppe aux faisceaux. Ceux-ci peu développés possèdent beaucoup de cellules de soutien, mais peu d'éléments conducteurs, les vaisseaux du bois sont rares et à petit canal. La nervure principale ne forme aucune expansion au-dessus du niveau de l'épiderme. Au printemps, les lacunes vont apparaître, l'épiderme par la taille et la forme de ses cellules tend à devenir semblable sur ses deux faces. La nervure principale apparaît nettement avec un faisceau où tous les éléments sont mieux développés. Le limbe d'été présente dans son ensemble un aspect plus léger. Le tissu palissadique est toujours prépondérant par la place qu'il occupe dans l'épaisseur totale du limbe, mais ses cellules prennent une direction moins rigoureusement perpendiculaire à l'épiderme, tandis que le tissu lacuneux est parallèle à la longueur du limbe.

L'épiderme en été a ses faces sensiblement comparables et formant de petites ondulations plus atténuées que sur l'épiderme du limbe d'hiver. Les cellules épidermiques deviennent plus hautes et dessinent sur la face inférieure de l'épiderme une convexité au niveau de la nervure médiane. A l'intérieur de celle-ci, le faisceau a des fibres disposées en capuchon au-dessus du liber, leur paroi est moins épaisse qu'aux périodes précédentes. Les vaisseaux du bois agrandissent leur canal. L'espace compris entre l'épiderme et le faisceau est comblé par un tissu où les méats intercellulaires sont nombreux. Dans les mois qui amèneront un abaissement de température, les tissus vont se réorganiser en assises palissadiques et lacuneuses grâce à la disparition des méats trop développés. Les membranes reprennent une certaine épaisseur et peu à peu, toute la protection va reparaître.

Le limbe de veronique cultivée en *Serre* et prélevé en hiver est pour ainsi dire constitué par un tissu à lacunes qui s'est généralisé dans toute l'épaisseur du limbe. La chlorophylle s'accole à la mince membrane cellulaire. Déjà à cette époque, la nervure principale apparaît en saillie, elle contient un faisceau où le bois prédomine. Un tissu réticulaire entoure le faisceau. L'épiderme est plat à cellules ondulantes. L'ensemble de la coupe donne une impression de légèreté et d'irrégularité.

Quand les lacunes vont devenir moins nombreuses, quand l'assise située auprès de l'épiderme va disposer dans le sens de

la hauteur du limbe ses cellules plus ou moins allongées, on aura une ébauche de structure normale. Ainsi à la période d'été les faces épidermiques ne présentent que quelques cellules saillantes çà et là, sur la face inférieure les éléments seront franchement plats, étirés et un peu plus bas que sur la face opposée. La cuticule, aux extrémités, s'épaissit un peu plus qu'ailleurs. Dans le parenchyme, vers la partie supérieure, un tissu à cellules arrondies domine, c'est lui qui possède les espaces intercellulaires les plus fréquents. A la partie opposée on voit une assise cellulaire perpendiculaire à l'épiderme où la chlorophylle a tendance à être plus abondante. Peu à peu il y a égalisation de la forme cellulaire dans tous les tissus, les lacunes se reforment plus nombreuses, les éléments de soutien reprennent une place secondaire et on peut alors constater un retour à la structure décrite en premier lieu pour la véronique de serre.

Le limbe de *Véronica officinalis* de plein air et de serre, renferme en outre des cellules sécrétantes dont l'évolution est soumise à la règle générale déjà établie pour cette catégorie de cellules. Peu nombreuses dans la plante de plein air d'hiver, elles augmentent chez cette même plante à la période chaude tandis qu'elles demeurent toujours abondantes dans l'échantillon de serre.

Pour le pétiole et le limbe de *Véronica officinalis*, on constate donc une répartition inverse des tissus dans les deux milieux. évolution qui a déjà été établie par l'étude des échantillons précédents. A savoir que les tissus de soutien sont toujours plus développés dans l'échantillon de plein air à toute époque, en été il y a en outre formation un peu plus considérable des vaisseaux du bois en même temps que la protection s'atténue. Dans le limbe ou le pétiole de véronique de serre, les tissus conducteurs dominent et la protection est à peine ébauchée. On peut de plus remarquer que l'évolution du pétiole est parallèle à celle de la tige.

CHELIDONIUM MAJUS L (Papaveracées)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Les dimensions et la coloration sont très différentes pour les rosettes de plein air et de serre. Les premières sont d'un vert grisâtre dû peut-être aux poils nombreux, courts et serrés ; les lobes du limbe sont très rapprochés l'un de l'autre et mesurent dans leur ensemble 2 cm, le pétiole ayant 1 cm. 6. En été, la coloration verte devient plus claire et plus pure, les lobes s'écartent en même temps qu'ils s'étalent (longueur du médian, 6 cm.). Les rosettes de chélidoine placées dans la serre possèdent à n'importe quelle époque de l'année des feuilles à pétiole dressé verticalement dont les lobes sont

écartés l'un de l'autre (longueur, 5 cm. 5) largement festonnés sur leurs bords, leur pétiole (6 cm.) possède des cannelures profondes, la coloration est verte d'un vert plutôt pâle. Les poils sont rares. La belle saison accroît l'activité de la chélidoïne et l'on peut voir qu'à lui seul le lobe médian supérieur atteint environ 8 cm, mais la coloration reste toujours plus pâle que celle de la rosette de plein air.

MORPHOLOGIE INTERNE

Pétiole

Plein air. — En hiver, la forme générale du pétiole est celle d'un triangle équilatéral dont les angles seraient arrondis. L'épiderme et le sous-épiderme ont des cellules semblables, régulières, intimement accolées l'une à l'autre. La membrane médiane entre ces deux assises est très épaisse de même que la cuticule de l'épiderme; de plus, sur toutes leurs faces, les cellules de ces 2 couches cellulaires externes ont des parois épaissies, de nature collenchymateuse. Le parenchyme est formé de cellules régulières serrées l'une contre l'autre, semblables de dimensions et de forme. Au sommet du pétiole et aux extrémités correspondant aux angles de base du triangle les cellules parenchymateuses se différencient en couches de collenchyme et constituent ainsi des amas de cellules arrondies à paroi très épaisse. Mais cette protection par le collenchyme se borne exclusivement aux faisceaux libéro-ligneux (situés dans les angles opposés au sommet) et au faisceau qui occupe le plan médian de symétrie. Les autres faisceaux se protègent par des plages de cellules régulières de parenchyme très serrées qui se développent entre les faisceaux et l'épiderme. Les faisceaux libéro-ligneux se trouvent sur deux lignes partant de l'angle de la base et se coupant en un point qui coïncide avec le faisceau médian. Ce dernier couvre la plus grande surface, puis la taille des faisceaux décroît peu à peu en s'éloignant du faisceau médian. La section des faisceaux en coupe transversale est ôvoïde à l'inverse de ce qui a été observé dans d'autres plantes. C'est la partie la plus large qui se trouve à la base du faisceau. Le tissu de soutien remplit la majeure partie des faisceaux; en effet, à leur sommet, on voit un amas énorme de cellules polyédriques, régulières à paroi assez épaisse qui couvre presque la moitié de la surface totale du faisceau, ce sont des cellules de soutien. Puis vient le liber, en bande continue, le bois occupe un faible espace et dans chacune de ses files on ne compte que de très rares vaisseaux (3-4) de petit calibre à la base du tissu ligneux on retrouve un autre petit paquet de cellules de soutien. L'endoderme des faisceaux est formé de cellules régulières, dans le péricycle se développent quel-

ques cellules laticifères. La moelle a des cellules régulières analogues à celles du parenchyme. Extérieurement, sur l'épiderme, on peut voir des poils très nombreux et courts et larges formés par un empilement de cellules rectangulaires dont la longueur s'oriente suivant la hauteur du poil.

La forme générale du pétiole se modifie un peu : les angles de la base deviennent plus aigus, mais le collenchyme occupe toujours la plus large place. L'épiderme prend quelques cellules irrégulières plus hautes que les autres. L'assise sous-épidermique reste accolée à l'épiderme et ses cellules sont plus basses ou égales aux cellules épidermiques, mais ne les surpassent jamais. Les faisceaux libéro-ligneux se sont rapprochés de la périphérie, malgré cette position excentrique, ils restent bien protégés par les assises parenchymateuses qui les séparent de l'épiderme et qui ont pris des membranes épaisses. Dans le péricycle, les cellules laticifères deviennent plus nombreuses et plus grosses. Les éléments de la moelle ont des dimensions plus grandes, ce qui les différencie nettement du parenchyme. Les stomates sont rares, on en voit surtout à la partie ventrale du pétiole, mais leur chambre sous-stomatique a une surface un peu plus importante à cette époque qu'en hiver. Le collenchyme n'a pas subi de changements appréciables, ni au point de vue de sa position, ni de son importance. En mai, on n'a pas encore atteint la véritable structure d'été ; cependant le collenchyme a diminué en surface, ses cellules gardent des membranes épaisses. Le parenchyme conserve, dans ses assises périphériques, des cellules régulières ; les plus internes ont des éléments plus ou moins irréguliers à membrane ondulée le plus souvent. Dans la partie ventrale du pétiole, les cellules se disposent en couches parallèles dans le sens de la largeur du pétiole. Les faisceaux montrent surtout des modifications dans leurs cellules fibreuses dont la membrane a diminué d'épaisseur et dans les cellules laticifères qui ont envahi l'intérieur du faisceau. Ce n'est que fin juin qu'on a la forme parfaite d'été. Le contour général s'est modifié, la largeur est moindre que la hauteur. La face ventrale du pétiole n'est plus plane, elle s'est incurvée vers l'intérieur et forme une gouttière très largement ouverte, ce qui détermine comme deux petites ailes au niveau des angles basaux du triangle qui figurerait la forme générale du pétiole dans la période d'hiver. L'épiderme présente une cuticule et des membranes peu marquées, c'est-à-dire faiblement épaissies. L'assise sous épidermique est toujours nettement accolée à l'épiderme, elle n'accuse plus aucun renforcement et par la taille de ses éléments, elle se rapproche du parenchyme. Ce tissu a pris dans presque toute son étendue (sauf au niveau des faisceaux) des cellules à paroi mince, ondulée, qui laissent entre elles de petits méats. On peut retrouver dans l'orientation générale des assises, qui se trouvent au voisinage du faisceau, une

disposition en travées dessinant assez nettement dans leur ensemble un triangle dont les côtés sont parallèles au contour du pétiole. Le collenchyme ne forme plus d'amas seul à la partie supérieure médiane, le sous-épiderme, sur une faible longueur, renforce ses parois. Dans les ailes, les assises épidermique et sous-épidermique prennent seulement des parois un peu fortes et tout l'espace restant est occupé par des cellules arrondies et serrées. Les cellules endodermiques sont irrégulières. Les faisceaux ont augmenté leur hauteur, leur largeur est presque égale au sommet (au niveau des fibres), qu'à la base (au niveau du bois). Leurs tissus se sont un peu transformés tout en gardant sa très grande prépondérance. Le paquet supérieur de cellules de soutien a considérablement diminué l'épaisseur de ses cellules et à leur jonction seulement on perçoit un léger épaissement. Leur taille est aussi moins régulière qu'en hiver, les éléments situés à la partie supérieure étant les plus grands, pour diminuer peu à peu jusqu'au contact du liber.

Le bois montre de longues files de vaisseaux dont le calibre est assez gros, les rangées de cellules ligneuses qui les séparent sont assez étroites. Les laticifères sont représentés par de nombreuses cellules dont quelques-unes s'infiltrant dans les cellules de soutien de la partie inférieure du faisceau et dans le liber, comme on l'a indiqué plus haut. Les cellules du parenchyme au niveau des faisceaux libéro-ligneux restent régulières, polygonales avec des méats ou absents ou très petits. Extérieurement, sur l'épiderme, les poils sont devenus très rares.

Des coupes de pétiole de chélidoine faites sur des échantillons recueillis à la fin de l'automne font pressentir un retour aux formes premières de l'année. L'épiderme et sous-épiderme sont renforcés, le collenchyme retrace déjà des agglomérations très visibles en différents points. Le parenchyme organise ses éléments en assises plus compactes. Les faisceaux regagnent la partie centrale du pétiole.

Dans certaines coupes, le bois accuse particulièrement ce retour à la structure d'hiver, dans les files de tissu ligneux on peut voir que les derniers vaisseaux formés sont nettement différents des précédents par leur calibre inférieur et par leur paroi plus épaisse.

Le pétiole de *Chelidonium majus*, cultivé en Serre et prélevé en janvier, par sa forme générale se distingue parfaitement du pétiole de l'échantillon de plein air. Dans le premier milieu, on peut rapprocher cette forme de celle d'un V dont la pointe correspond au sommet du pétiole. La surface totale des tissus est considérablement réduite par la présence d'une forte gouttière ventrale, très profonde. Les deux pointes du V correspondent aux extrémités ventrales du

pétiole ; elles sont étroites et comparables aux ailes du pétiole de certaines Composées par exemple.

Cette forme générale donne au pétiole de la chélidoine une apparence grêle que la faible épaisseur des membranes cellulaires vient encore confirmer. L'épiderme a des cellules rectangulaires à bord externe, convexe dont la cuticule n'a qu'une faible épaisseur. Sur l'épiderme les poils sont peu nombreux, longs et étroits. La membrane intermédiaire entre l'assise épidermique et la suivante ne montre aucun renforcement. Le sous-épiderme a l'aspect du parenchyme dont on ne peut le distinguer. Grandes, irrégulières de taille et de forme, à membrane mince et flexueuse déterminant à leurs points tangents avec les cellules voisines des méats, telles sont les caractéristiques des cellules parenchymateuses.

L'orientation de certaines assises parenchymateuses voisines des faisceaux libéro-ligneux, orientation déjà observée dans les coupes de la plante du plein air, se retrouve dans l'échantillon de serre. Ces assises se disposent parallèlement et constituent un triangle dont deux côtés sont interrompus par les faisceaux libéro-ligneux et ces côtés sont tangents aux cellules endodermiques, la base du triangle suit la gouttière ventrale. Au-dessus du faisceau principal et seulement à cet endroit, il est possible de retrouver quelques cellules régulières, polyédriques à membrane mince qui constituent une petite plage uniforme entre les faisceaux et l'épiderme. Le collenchyme bien apparent dans la plante développée au plein air n'est que faiblement représenté dans l'échantillon de serre, il se trouve dans la partie médiane supérieure et aux extrémités ventrales du pétiole (ailes) où il affecte deux ou trois assises externes et sur une faible longueur. Dans les ailes, les cellules du parenchyme sont un peu plus serrées qu'ailleurs, mais elles demeurent assez irrégulières et à paroi mince.

Les faisceaux sont disposés comme dans la chélidoine de plein air, le plus développé est situé dans la partie médiane, dorsale du pétiole. En section transversale, ces faisceaux apparaissent plutôt de forme elliptique, leur taille est beaucoup plus considérable que dans l'échantillon de l'autre milieu et à la même époque. Mais comme chez ce dernier le paquet que forment les cellules de sortien à la partie supérieure du faisceau en occupe la majeure partie, elles sont régulières, polyédriques à membrane un peu épaisse si on les compare aux parois des cellules du parenchyme (mais cette membrane paraît mince auprès de l'épaisseur des cellules fibreuses des faisceaux de la coupe de plein air). Le liber n'a qu'un faible développement, le bois par contre a de longues files de vaisseaux nombreux, largement ouverts. Dans les plus gros faisceaux, on retrouve à la base du tissu ligneux quelques cellules fibreuses. Entre les vaisseaux, les cellules

ligneuses sont étroites. Le péricycle est riche en cellules laticifères de même que le liber et les cellules de soutien. La moelle est formée de cellules de grandes dimensions, qui prennent fréquemment un aspect réticulaire très lâche et il n'est pas rare de voir ces grandes cellules faire place à une lacune médullaire.

Des transformations vont affecter certains tissus et amener la création d'une structure un peu différente. L'examen d'une coupe transversale de pétiole de chélidoine qui s'est développée dans la serre présente en juin l'organisation suivante : la gouttière s'est accentuée. L'épiderme de cette région est un peu plus plan qu'en hiver et il garde ses cellules bombées sur leur bord externe. Le parenchyme est toujours composé d'éléments irréguliers de forme, mais de taille comparable. Quoique formé par des assises moins nombreuses de cellules. Le triangle qui avait été remarqué dans la coupe du début de l'année continue à être visible. Ce n'est guère que dans les parties qui constituent les ailes du pétiole d'hiver et qui, dans la période estivale, se sont réduites, qu'on peut apercevoir une différence un peu accentuée dans les cellules parenchymateuses. Au lieu d'être irrégulières comme en janvier, elles se régularisent et se disposent l'une contre l'autre en juin. Pour le collenchyme, on ne constate pas de changements appréciables. Les faisceaux ont une forme générale qui rappelle celle de la plante de plein air. Ils sont plus larges du côté du bois que du côté des cellules de soutien, celles-ci apparaissent avec des épaississements légers à leur jonction. Le liber arrive à former une ligne continue et un peu plus nette que précédemment. Le bois n'a pas varié, ses files de vaisseaux sont longues et le calibre de chaque vaisseau est large. Les laticifères deviennent nombreux. Au centre des travées ont commencé à cloisonner la lacune médullaire et en juin les cellules de la moelle ne laissent qu'une lacune assez réduite. Des échantillons prélevés en octobre-novembre affrent des caractères de transition entre la structure estivale du pétiole et sa structure d'hiver.

En décembre, les coupes seront identiques à celle de janvier qui a été décrite ci-dessus.

Limbe

Plein air. — Si nous étudions à présent l'évolution des tissus du limbe, nous verrons qu'elle est parallèle à celle du pétiole. En janvier, l'épiderme à cuticule forte est différent sur les deux faces, les cellules de la face supérieure sont plus importantes par leurs dimensions que celles de la face inférieure qui sont plates, sur cette face on voit quelques rares stomates. A l'intérieur, le parenchyme foliaire distribue ses assises en tissu palissadique à cellules d'allure rectangulaire, régulièrement perpendiculaires à l'épiderme et en paren-

chyme lacuneux dont les éléments sont assez rapprochés les uns des autres. La chlorophylle est abondante dans toute la masse protoplasmique mais elle s'accumule particulièrement dans les cellules palissadiques. Les nervures, comme dans beaucoup de limbes de cette époque et de plein air, s'élèvent peu au dessus du niveau de l'épiderme et à leur voisinage les cellules du parenchyme paraissent se rapprocher plus encore les unes des autres sur la face inférieure où se forme la très faible convexité qui marque l'angle de la nervure. Ce sont des cellules arrondies, serrées, qui occupent cette petite bosse, l'épiderme inférieur prend à cet endroit des cellules rectangulaires. Du côté des assises en palissade, le faisceau se trouve bien isolé car le tissu palissadique passe au travers de la nervure sans changer de forme ni diminuer les dimensions de ses cellules. En aucun point même dans la nervure principale, le faisceau libéro-ligneux ne prend contact avec l'épiderme. Dans le faisceau, les cellules de soutien et le liber sont bien représentés, le bois a de petits vaisseaux peu nombreux, dont la paroi est épaisse. Les cellules laticifères apparaissent en petit nombre dans le péri-cycle. Aux extrémités du limbe, les cellules épidermiques sont petites très renforcées ; les cellules du parenchyme sont très serrées l'une contre l'autre et leurs assises externes se revêtent de collenchyme du côté périphérique. Par des modifications progressives, le limbe perd peu à peu cette structure d'hiver. Les membranes cellulaires deviennent plus minces, les lacunes plus nombreuses de telle sorte qu'en juin on peut faire d'une coupe transversale du limbe la description suivante. L'épiderme a une cuticule faiblement épaissie et ses éléments sont parfois irréguliers. La différence de taille entre les cellules épidermiques de la face supérieure et celles de la face opposée s'est atténuée. Dans le parenchyme, on retrouve toujours le tissu en palissade couvrant la plus grande surface du limbe et le parenchyme lacuneux dont les cellules sont séparées par des méats fréquents d'assez grandes dimensions. Les nervures ont une forme et des dimensions qui les différencient nettement de l'échantillon d'hiver : du côté supérieur, la petite convexité qui existait à cette époque est devenue en juin un véritable demi-cercle qui fait saillie au-dessus de l'épiderme. Des cellules assez irrégulières occupent cette partie de la nervure leur membrane ne s'est pas, à proprement parler, épaissie, mais elle se marque plus fortement que celle des éléments de tout autre assise. L'épiderme inférieur conserve des cellules rectangulaires qu'il avait déjà montrées dans les coupes d'hiver, sur la face supérieure du limbe il n'y a pas de dôme, le faisceau n'est isolé de l'épiderme que par des cellules hautes et étroites qui font suite au parenchyme palissadique ; elles s'étendent sur une faible longueur et leur hauteur égale environ la moitié de celle des cellules palissadiques. La nervure n'est plus comme dans la période d'hiver tra-

versée par le tissu palissadique. Le faisceau libéro-ligneux occupe une plus grande surface, ses fibres ont diminué l'épaisseur de leur membrane, mais son tissu libérien demeure bien développé. Le bois a des vaisseaux plus nombreux plus larges, à paroi un peu moins épaisse. Dans le péricycle, les cellules laticifères sont plus nombreuses et dans les fibres ou le liber, on en aperçoit fréquemment : la chlorophylle dans le parenchyme s'est accolée à la membrane cellulaire. Aux extrémités, le collenchyme se localise exclusivement aux couches épidermique et sous-épidermique. Les cellules parenchymateuses sont moins serrées l'une contre l'autre.

Dans la *Serre*, le limbe présente en hiver un épiderme dont les deux faces sont formées de cellules papilleuses, et à stomates assez abondants. Dans la portion du parenchyme situé vers la face supérieure, on distingue, contiguës à l'épiderme, des cellules hautes et étroites, mais de longueur variable qui ont tendance à se diriger perpendiculairement à l'épiderme. Des méats fréquents les séparent l'une de l'autre et malgré leur grande ressemblance avec le tissu en palissade, on ne peut guère les qualifier de cellules palissadiques ; on pourrait dire plutôt pseudo-palissadiques. Dans la partie inférieure du limbe, on trouve des cellules arrondies dirigées en tous sens et dessinant des travées le plus souvent unicellulaires. Cette partie du limbe possède un aspect extrêmement réticulaire, les lacunes occupant une surface presque égale à celle que couvrent les cellules. Aux extrémités, les cellules parenchymateuses polyédriques ne sont pas très compactes. L'épiderme régularise un peu ses éléments, mais ne prend pas de cuticule épaissie comme cela a lieu pour la plante de plein air. Les nervures du limbe de l'échantillon de serre sont saillantes du côté du tissu lacuneux, elles forment une bosse en demi-cercle occupée par des cellules grandes irrégulières, plus ou moins polyédriques, dont la membrane reste mince. Sur la face supérieure du limbe, le faisceau vient, par ses cellules endodermiques, prendre contact avec l'épiderme qui reste plan sur cette face.

Les cellules épidermiques sont plus petites mais aussi plus régulières au niveau des nervures. Le faisceau est bien développé, à son sommet, on voit un amas de cellules régulières polyédriques : ce sont les cellules de soutien dont les membranes sont minces, le liber forme une petite bande. Le tissu ligneux possède de longues files de vaisseaux larges et à paroi mince. Le péricycle montre de très nombreux laticifères qui pénètrent à l'intérieur même des paquets de fibres.

A la période estivale, les cellules épidermiques restent papilleuses mais les modifications sont sensibles dans le tissu en palissade, l'orientation de ses cellules est plus régulière, c'est-à-dire qu'elles sont plus nettement perpendiculaires à

l'épiderme. Il arrive fréquemment que ces assises se doublent d'une rangée de cellules assez arrondies, qui ont tendance à prendre l'orientation de la première assise palissadique. Le tissu lacuneux a des éléments, à angles plus marqués qu'en hiver, la direction générale de ces cellules est vaguement parallèle à la longueur du limbe. Les tissus des faisceaux se sont peu modifiés, seules les fibres ont des parois un peu plus marquées, le tissu conducteur reste prépondérant, les laticifères sont nombreux. En somme, c'est une ébauche de régularisation et une diminution de la surface des lacunes qui caractérisent le limbe de *Chelidonium majus* dans la période d'été.

La Chélidoine assure sa protection d'une façon fort simple : en hiver et au plein air, par la cuticule et le renforcement des assises épidermique et sous-épidermique. Dans les parties externes du pétiole on distingue, en outre, des assises périphériques du parenchyme qui prennent une paroi épaisse (par du collenchyme), mais cette protection est trop localisée et laisse la plupart des faisceaux exposés aux variations de température, ce n'est donc pas une protection effective. Ce sont les cellules du parenchyme qui vont s'organiser en barrière isolant parfaitement les faisceaux du milieu extérieur. En effet, sur une coupe transversale de pétiole, on a remarqué des plages régulières de parenchyme à éléments très serrés l'un contre l'autre. De même dans le limbe au voisinage des faisceaux, le parenchyme se dispose en assises denses. Dans la période de transition entre l'hiver et l'été, on verra le collenchyme disparaître mais les plages régulières de parenchyme subsistent. A la saison chaude, le pétiole et le limbe abandonnent presque complètement cette protection grâce à une réduction considérable de la cuticule, du collenchyme et la disparition des amas de cellules régulières parenchymateuses. Dans la serre où toute protection contre les variations de température est superflue, on ne trouve jamais de cuticule, de collenchyme nettement accusés, de même les plages de cellules régulières de parenchyme si elles existent (et pour un temps très court) ce n'est jamais qu'à l'état de simple ébauche. Pour les tissus fibreux, libériens et ligneux, leur évolution est comparable à celle constatée pour les autres limbes ou pétioles. Les laticifères, si voisins, par leur rôle, des canaux sécréteurs, ont un développement comparable à ces derniers, comme eux, ils sont rares en hiver dans la plante de plein air, et augmentent leur nombre en été. Pour l'échantillon de serre, ils sont abondants à toute époque de l'année. Il faut faire une remarque un peu spéciale au sujet du pétiole de chélidoine, à cause de la forme de ses faisceaux libéro-ligneux, ils sont de forme ovoïde dont la plus grande largeur se tourne vers la base

du faisceau, c'est-à-dire qu'elle est remplie par le tissu libéro-ligneux, tandis que dans la majorité des autres limbes, ce sont les fibres et les liber qui occupent l'entremise la plus développée. Enfin, il faut mentionner aussi l'importance considérable que prennent les cellules de soutien dans ces faisceaux, on peut dire qu'en moyenne elles couvrent la moitié de la surface totale du faisceau. Malgré ce développement et peut-être aussi à cause de ce développement énorme, l'épaisseur des cellules fibreuses au maximum de leur évolution n'est jamais considérable.

Ce sont là les caractères un peu spéciaux de l'évolution du *Chélidonium majus* qui demeurent dans l'ensemble comparables aux variations générales de structure observées dans les autres plantes cultivées dans les mêmes milieux.

SILENE NUTANS L (*Caryophyllées*)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Les feuilles de *Silène* dans la serre et au plein air se distinguent par le pétiole long chez les premières (3 cm.), absent chez les secondes, par les dimensions du limbe atteignant 2 cm. 3 sur 1 cm, pour le *Silène* de serre et seulement 1 cm. 2 sur 6 mm. pour celui de l'autre milieu. Les changements de saison ont fort peu d'influence sur l'aspect du *silène* de serre, mais ils déterminent en été un accroissement très marqué, la disparition presque complète des poils qui couvrent le limbe de la plante de plein air aux saisons précédentes ; en même temps que le limbe devient plan alors qu'il était replié suivant sa nervure principale auparavant

MORPHOLOGIE INTERNE

Le *Silène* est intéressant à étudier au point de vue de la production des cristaux d'oxalate de calcium qui se trouvent inclus à l'intérieur de ses tissus. L'échantillon cultivé au *plein air* présente un limbe à structure normale, épiderme régulier à cuticule marquée les tissus palissadique et lacuneux possèdent leur forme cellulaire caractéristique, les faisceaux libéro-ligneux sont petits. Les parenchymes palissadique et lacuneux perdent quelque peu leurs caractères propres en traversant les nervures pour former autour du faisceau des assises concentriques protectrices. Quelques cristaux en oursins s'aperçoivent dans le tissu palissadique, ils sont petits et très peu nombreux. A la période estivale, la cuticule est plus mince, ainsi que toutes les membranes cellulaires. Les faisceaux augmentent leur surface. Les cristaux d'oxalate qui semblaient apparaître dans des cellules quelconques se forment à ce moment dans des cellules d'assez grande dimension, le nombre et la taille de ces cristaux se sont accrus.

Dans la serre tempérée, le silène édifie des limbes à épiderme papilleux ou à très mince cuticule et à nombreux stomates. Le parenchyme foliaire est constitué par des cellules formant des travées indifférenciées d'aspect léger dû à leur mince membrane. Des cristaux abondants d'oxalate de chaux s'élaborent dans de grosses cellules, véritables poches, dont la cavité est presque entièrement occupée par le cristal. Les faisceaux sont bien développés et possèdent peu de tissu de soutien, mais beaucoup d'éléments conducteurs. En été, la structure est un peu différente, l'épiderme a des éléments plus semblables de forme, le parenchyme rappelle un peu celui des plantes aquatiques, les tissus palissadique et lacuneux s'efforcent de prendre leur allure caractéristique, mais les lacunes toujours nombreuses et assez grandes empêchent l'établissement de la structure normale du parenchyme foliaire.

Le *Silène nutans*, tant au point de vue morphologique externe que de la structure anatomique, suit la règle générale de différenciation suivant le milieu de culture ou la saison. Il vient en outre confirmer une autre règle regissant les sécrétions, comme dans de nombreux cas déjà étudiés, quelle que soit la saison, les cristaux sont nombreux et gros chez la plante de serre ; pour celle de plein air ils sont petits, peu fréquents et moins bien localisés. Dans cette même plante, en été, les concrétions prennent une expansion tant en quantité qu'en grosseur.

GERANIUM ROBERTIANUM L (*Géraniacées*)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Par leur aspect externe, les géraniums développés dans différents milieux contrastent profondément. Au plein air, les feuilles d'hiver restent petites, leur limbe a peu de folioles qui sont toutes couvertes de poils trapus et drus. Les pétioles de ces folioles sont très petits, la foliole principale mesure par exemple 8 mm. son pétiole 3 mm. (cette foliole est la plus développée). Pendant toute la période froide, les feuilles de ce milieu auront leurs folioles recourbées en parasol vers le pétiole prenant ainsi l'aspect d'une petite boule creuse dont les parois sont constituées par le limbe. Au printemps, pendant quelque temps, la température s'étant élevée, les feuilles avaient déployé leurs folioles, mais un retour du froid étant survenu, les folioles se sont de nouveau recourbées en parasol. Avec les beaux jours, le limbe s'étale, les poils deviennent plus longs et brillants. En été, les folioles augmentent de surface, mais le pétiole s'allonge surtout (limbe et pétiole mesurent 6 cm. contre 2 cm. 1/2 en hiver).

Les folioles se découpent plus profondément, leur pétiole s'accroît (1 cm.). En novembre, le géranium du plein air, après

les premiers froids présente des feuilles à long pétiole qui sont couchées sur le sol et semble très atteintes par le froid. Au centre, de petites feuilles en parasol restent bien verticales, mais elles présentent tous les caractères des feuilles d'hiver (court pétiole, folioles peu découpées) elles ne paraissent avoir reçu aucune atteinte de ces froids.

Dans la serre, les feuilles sont à folioles nettement séparées, leur pétiolule est très net (7 mm.) tandis que la foliole médiane mesure 3 cm. La surface foliaire ainsi que le pétiole sont peu poilus, ils sont presque glabres à la surface inférieure. En été, les dimensions vont considérablement augmenter. Le pétiole du géranium est intéressant par l'organisation de la protection de ses tissus, c'est donc par lui que nous commencerons les observations, le limbe ne présente pas de particularités frappantes, il sera rapidement étudié.

MORPHOLOGIE INTERNE

Pétiole

Plein air. — Dans cette plante, la protection des tissus du pétiole va être assurée surtout et presque exclusivement par l'épiderme et le sous-épiderme dont les membranes, tout en restant celluloses, vont prendre des parois épaisses aux périodes où les variations de température exigent une protection plus efficace.

En janvier, une section transversale du pétiole de géranium présente un épiderme à cellules carrées épaissies fortement sur toutes leurs faces, épiderme délimitant un contour général arrondi dans la partie dorsale et plan du côté opposé. Cette forme massive et les membranes cellulaires accusées donnent une allure compacte à tout l'ensemble de la coupe. Une membrane médiane bien développée unit l'épiderme et le sous-épiderme. Ces deux assises ont entre elles beaucoup d'affinités, tant au point de vue morphologique que de leurs dimensions et de l'importance des parois cellulaires. Le parenchyme d'une façon générale marque bien ses membranes ; les trois ou quatre assises périphériques ont des éléments de forme hexagonale, régulière, petite, ne laissant aucun méat, elles forment comme une enveloppe qui souligne tout le contour du pétiole. Ces couches pourront donc seconder l'épiderme et le sous-épiderme dans leur protection, rôle qui serait indiqué par l'épaisseur plus importante de la membrane cellulaire des assises périphériques du parenchyme par rapport à celle qui présente les assises qui leur font suite du côté de la moelle. Les couches centrales adjacentes à l'enveloppe parenchymateuse externe montrent des dimensions croissantes au fur et à mesure qu'on se rapproche du centre, de plus leur membrane plus mince et moins bien tendue plus flexueuse délimite ainsi aux points tangents avec les cellules

voisins de petits méats. La chlorophylle est presque confinée dans les assises périphériques. A la partie centrale du parenchyme, on trouve les faisceaux libéro-ligneux. En coupe transversale, ils sont de forme triangulaire, le bois occupant le sommet, les cellules de soutien forment comme un petit capuchon au-dessus du liber. Ce dernier tissu constitue la plus grande partie du faisceau puisqu'il occupe la base du triangle. A un plus fort grossissement, on peut se rendre compte que le bois est non seulement peu important par l'espace qui lui est accordé, mais aussi par le nombre de ses vaisseaux qui est restreint par leur calibre qui est petit tandis que l'épaisseur de leur paroi est forte. Il faut de même remarquer que le tissu fibreux est frêle, ses cellules ne possèdent qu'une membrane peu épaisse, le liber lui est bien visible et présente parfois quelques rares cellules sécrétrices; l'endoderme est formé de grandes cellules qui isolent bien le faisceau. Quelquefois, les cellules endodermiques montrent un contenu cellulaire granuleux, ce sont des cellules sécrétrices mais dans ce cas leur membrane est épaisse et on ne peut distinguer de cellules que du côté de l'endoderme qui est voisin de la moelle. Au cours de la période froide, le parenchyme resserre ses assises en face des faisceaux libéro-ligneux, surtout du côté de la périphérie on a aussi à cet endroit une plage de cellules plus compactes. Mais on n'observe pas, à proprement parler, d'assises concentriques autour du faisceau. La moelle est constituée par des cellules assez grandes et polyédriques dont les angles arrondis permettent la formation de petits méats. Dans le parenchyme et un peu dans la moelle, on distingue quelques cristaux macclés d'oxalate de calcium mais ils sont petits, les poils sont trapus. Le géranium paraît être très sensible aux variations de température et ce n'est qu'assez tard qu'on peut observer des modifications de structure qui vont amener en quelque temps la forme parfaite d'été. On constate d'abord un changement dans le sous-épiderme qui montre une transition entre l'épiderme (auquel il est supérieur par la hauteur de ses éléments) et le parenchyme proprement dit (n'ayant pas encore atteint la taille des cellules de ce dernier tissu) en outre on commence à apercevoir dans le sous-épiderme la chlorophylle qui se dispose contre la membrane cellulaire. Dans le parenchyme, le nombre des assises hexagonales qui formaient une enveloppe adjacente au sous-épiderme a beaucoup diminué. Les faisceaux ont une section plus étalée, c'est-à-dire que la largeur du tissu ligneux s'est accrue, réduisant ainsi considérablement la différence de surface entre le tissu libérien et le tissu conducteur qu'on avait constaté dans l'échantillon d'hiver, le contour général du pétiole est moins régulièrement arrondi qu'en janvier. Une coupe prélevée sur une plante de juin montre la structure d'été à son stade le plus évolué; le contour général du pétiole est triangulaire,

sa hauteur est nettement supérieure à sa largeur les membranes cellulaires qui se sont amincies contribuent elles aussi à donner à la coupe un aspect délié. L'épiderme a pris des cellules régulières plus hautes que larges dont certaines renferment des granulations analogues à celles qu'on avait observées dans l'endoderme et le liber des coupes de l'échantillon de plein air dans les mois précédents. Ce sont des cellules sécrétrices phénoliques. Le sous-épiderme est régulier et constitué comme la première assise du parenchyme dont il a pris tous les caractères. Immédiatement au contact de l'assise sous-épidermique, les cellules parenchymateuses sont grandes, irrégulières, séparées par des méats, entre ces grandes cellules, on en distingue de petites étirées, étroites qui semblent ramper entre les grosses et combler ainsi les trop grands espaces qui pourraient exister, elles s'unissent bout à bout et dessinent des travées qui forment une vague ébauche de triangle réunissant par ses côtés tous les faisceaux entre eux. Leur contenu paraît dense, ceci peut-être en raison de leur faible largeur. Il arrive aussi fréquemment que le contour général, tout en restant d'allure triangulaire, dessine des ondulations par des renforcements de son épiderme. Par exemple, l'épiderme peut s'enfoncer en deux points symétriques de part et d'autre du faisceau médian supérieur, les cellules parenchymateuses des assises externes s'étirent alors pour suivre l'ondulation. La chlorophylle est répartie dans toutes les assises et se dispose en couronne contre les parois cellulaires. Les faisceaux libro-ligneux de forme générale ovale occupent une plus grande place. Le liber y est toujours bien représenté, mais les fibres sont moins nombreuses, le bois a pris des vaisseaux plus nombreux et le calibre plus gros. L'endoderme à cellules irrégulières est presque tout entier constitué par des cellules granuleuses sécrétrices. Si l'on compare la place occupée par les faisceaux de la plante de plein air d'été avec celle qu'ils occupaient en hiver, on voit que cette position est plus excentrique que dans le premier cas. La moelle est formée par des cellules analogues à celles du parenchyme mais beaucoup plus grosses et qui laissent parfois une faible lacune médullaire. Les cristaux en oursins sont beaucoup plus fréquents et plus gros dans la moelle, ils arrivent à occuper toute la cellule dans le parenchyme.

Les poils rares sont longs et étroits. Cette période d'été est suivie d'une série de modifications qui amènent une protection très atténuée d'abord mais suffisante pour permettre à la plante de subir sans risque les variations de température qui accompagnent l'automne. On observe donc un sous-épiderme qui tend à se différencier du parenchyme pour se rapprocher de l'épiderme. Le parenchyme garde de grandes cellules laissant entre elles des méats, l'endoderme reprend des cellules d'allure plus régulière. Les cellules sécrétrices rare-

ment visibles dans l'épiderme gagnent la profondeur des tissus. Après une période de froids très vifs et de gelées successives, j'ai pu recueillir deux sortes de feuilles de géranium. Les unes présentaient tous les caractères de feuilles automnales : pétiole à limbe bien étalé, folioles longuement pétiolées. Après les froids, ces feuilles formaient comme une auréole autour de la rosette et avaient leur pétiole entièrement couché sur le sol. Elles semblaient avoir beaucoup souffert du froid. Une coupe dans leur pétiole a donné une structure analogue à celle étudiée ci-dessus pour l'échantillon de plein air d'automne : épiderme peu renforcé, sous-épiderme tenant de l'épiderme et du parenchyme, celui-ci forme de grandes cellules à parois minces séparées par des méats. Dans le faisceau, le liber est bien représenté et renferme de nombreuses cellules sécrétrices, le bois a de nombreux vaisseaux de gros calibre. Les faisceaux sont éloignés l'un de l'autre et situés assez loin du centre.

Ces tissus n'avaient à opposer au froid qu'une faible protection réalisée par l'épiderme et un peu par le sous-épiderme, c'est pour cette raison que se sont produits de longs décolements des assises, accompagnés fréquemment d'éclatement de la membrane cellulaire. A côté de ces feuilles très endommagées par le froid, j'ai pu en prélever d'autres, celles-ci toutes développées au centre même de la rosette présentaient un court pétiole, une surface foliaire réduite et garnie de poils drus et trapus. Elles étaient nettement verticales et paraissaient douées d'une grande vitalité. Une section transversale du pétiole nous retrace l'image de cet organe adapté en vue de l'abaissement de température : épiderme et sous-épiderme nettement accolés ont une forme semblable et une membrane médiane épaissie, on ne voit plus, ou très rarement de cellules sécrétrices dans la première assise les éléments parenchymateux ont épaissi leur membrane cellulaire et sont régulièrement polyédriques avec des méats très petits ou inexistants ; autour des faisceaux on retrouve les assises concentriques. L'endoderme a de gros éléments renfermant des cellules sécrétrices. Les faisceaux qui se sont rapprochés l'un de l'autre et qui occupent une surface deux fois moindre que ceux d'automne possèdent une calotte de fibres située à la partie supérieure du liber, ce dernier est abondant ; le bois a des éléments serrés mais ne comprenant que peu de vaisseaux et encore leur calibre est-il faible. Les cellules de la moelle sont assez petites mais en aucun endroit des tissus on ne distingue de traces de meurtrissures dues au froid, aucun décolement, aucune rupture. En effet, ici le froid a traversé un premier barrage au niveau de l'épiderme et sous-épiderme, un second au niveau des assises concentriques aux faisceaux. En outre, cette structure des feuilles ayant résisté à l'abaissement de température confirme ce que nous avons déjà observé en janvier chez le géranium.

L'examen d'une coupe du pétiole de la serre en janvier fournit une structure nettement différente de celle de la plante de plein air. L'épiderme est plus surbaissée que dans l'échantillon de plein air, quelques-unes de ses cellules sont irrégulières et font saillie à l'extérieur, souvent elles sont emplies de granulations, ce sont des cellules sécrétrices. Cet épiderme délimite un contour qui s'infléchit en plusieurs points dilimitant au-dessus des principaux faisceaux comme de vastes bosses. Le sous-épiderme est assez régulier, les assises suivantes du parenchyme sont immédiatement formées de cellules à paroi fine et ondulée qui deviennent rapidement de grande taille, elles tracent une sorte de triangle tangent extérieurement aux faisceaux dont la base correspond au sens de la largeur du pétiole, le sommet du triangle coïncide par conséquent avec le faisceau principal médian. La chlorophylle est entièrement accolée aux parois cellulaires ; elle se distingue sur une grande profondeur d'assises. Les faisceaux de forme ovale sont écartés l'un de l'autre et sont en plus grand nombre que dans l'échantillon de plein air d'hiver. Le liber y est peu important, les cellules sécrétrices sont déjà bien développées à l'intérieur de l'arc qu'il trace au-dessus du bois, celui-ci possède des vaisseaux gros et nombreux. Les cellules endodermiques sont irrégulières, elles se différencient pour la majorité en cellules sécrétrices. La moelle est constituée par des cellules dont les membranes sont encore plus flexueuses que celles du parenchyme, des travées de cellules étroites, étirées allant d'un faisceau à l'autre barrent la moelle. Les poils sont minces et longs, on constate la présence de nombreux stomates. La forme d'été de serre présentera des différences peu marquées avec celle de janvier, et l'évolution portera sur l'épiderme qui régularise la forme et les dimensions de ses éléments, sur le parenchyme dont les cellules deviennent plus uniformes. Ainsi, en juin, on peut observer la structure suivante : le contour général est régulier sans aucun enfoncement, l'épiderme montre toujours des cellules sécrétrices nombreuses, le sous épiderme et les premières assises parenchymateuses sont réguliers, polyédriques, arrondis, mais elles ne tardent pas à reprendre leur paroi ondulée et leurs méats intercellulaires. L'étirement en triangle a pour ainsi dire disparu, la chlorophylle plus abondante en général est plus condensée vers la périphérie que dans la moelle. Les faisceaux conservent un tissu ligneux abondant (les $\frac{3}{4}$ du faisceau) mais le liber a augmenté d'importance de même que les cellules sécrétrices qu'il renferme, on peut distinguer un petit amas de cellules de soutien au-dessus du liber et au-dessus du bois dans chaque faisceau, mais leurs cellules prennent des membranes minces. On observe parfois une lacune médullaire, elle reste toujours peu développée. Les cristaux déjà nombreux et gros en hiver et au printemps se sont encore accrus et forment à présent de grosses concrétions.

tions dans toutes les assises cellulaires sans se localiser dans l'une ou l'autre. L'épiderme comme le parenchyme se régularise, l'étirement de quelques éléments suivant un triangle qui enserre le faisceau réapparaît. Et ceci constitue le retour à la structure d'hiver de l'échantillon de serre.

J'ai placé dans la « Serre des Palmiers » quelques rosettes de géranium de même que le taraxacum, elles ont pris un aspect frêle et une coloration vert pâle. Au microscope, ces modifications se traduisent par une disposition spéciale des éléments, le contour du pétiole est piriforme, l'épiderme est constitué par des cellules irrégulières, bossues. La protection effectuée par le renforcement de l'épiderme n'ayant ici aucune raison d'être a totalement disparu ; l'épaisseur des membranes cellulaires de l'épiderme est faible, comparable à celle de tous les autres éléments. Mais on trouve dans cette coupe un fait nouveau, c'est l'enfoncement des stomates au-dessous du niveau de l'épiderme et ces stomates sont nombreux. L'intérieur du pétiole est occupé par des cellules identiques de taille et de forme, d'allure un peu hexagonale, leur paroi est sinueuse laissant ainsi entre les cellules voisines des méats intercellulaires. Dans ce parenchyme, il est impossible de distinguer le parenchyme proprement dit de la moelle. La chlorophylle est peu abondante et paraît s'incruster dans la membrane cellulaire. Les faisceaux renferment du liber présentant des cellules sécrétrices, du bois qui est le plus abondant des tissus du faisceau, l'endoderme renferme des cellules sécrétrices nombreuses.

Limbe

Plein air. — En hiver, une coupe de limbe offre l'aspect compact remarqué déjà dans d'autres échantillons, aspect compact où le parenchyme est nettement différencié. L'épiderme a une cuticule bien marquée, il présente toujours un bord externe un peu sinueux, les cellules sécrétrices y sont assez rares. Le tissu palissadique comprend plusieurs assises dont les éléments ont l'allongement et l'orientation caractéristiques des éléments de ces tissus, la chlorophylle abondante s'y range contre la paroi cellulaire. Le parenchyme lacuneux est constitué par des cellules d'allure arrondie séparées par des espaces assez restreints, la disposition de la chlorophylle est visible dans toute la masse protoplasmique, elle y est aussi moins abondante que dans le tissu palissadique. Des cristaux en oursins rares apparaissent dans les assises en palissade. Les nervures même la principale, se distinguent peu du reste du limbe ; leur faisceau libéro-ligneux est entouré d'un endoderme dont les éléments sont le plus souvent constitués par des cellules sécrétrices. Le passage à la forme de plein air d'été sera progressif. D'une façon générale, les membranes deviennent plus minces. Le tissu palissadique

réduit la hauteur de ses assises internes. Le parenchymé lacuneux a augmenté la surface de ses lacunes et étire ses cellules en travées plus minces. Les nervures sont plus saillantes. En juin le limbe a réalisé sa forme parfaite d'été. L'épiderme a perdu sa cuticule et sur l'épiderme inférieur les stomates sont nombreux mais la surface de la chambre sous-stomatique reste petite. Le tissu en palissade couvre toujours la majeure partie de l'épaisseur totale, le tissu lacuneux écarte plus encore ses travées qui sont assez souvent unicellulaires, les cristaux sont énormes et nombreux. Les nervures sont nettement distinctes, elles forment de part et d'autre de la surface de l'épiderme une bosse, un réseau de cellules irrégulières y représente le tissu lacuneux tandis que le tissu palissadique passe au niveau de la nervure sans changer de forme de ses cellules.

Les tissus se resserrent, les lacunes se font plus petites et on revient ainsi peu à peu à la structure du début de l'hiver, structure que j'ai retrouvée dans les feuilles de novembre qui avaient résisté aux froids. Sur des coupes de limbe de feuilles recueillies en cette même époque, mais qui s'étaient développées tard dans la belle saison, on pouvait constater au contraire un parenchyme présentant de nombreuses lacunes, la gelée avait provoqué dans ces assises de longs décollements et des ruptures de membranes cellulaires. Je ne donnerai qu'un aperçu bref de l'évolution du limbe de géranium cultivé en *Serre*. En hiver, l'épiderme irrégulier présente de nombreuses cellules bossues et de nombreux stomates, on retrouve toujours au moins une assise palissadiforme où des espaces viennent même parfois séparer les cellules, le tissu lacuneux comprend des cellules étirées disposées en travées. Fréquemment en plus des cellules épidermiques qui sont sécrétrices, on voit des cellules du parenchyme prendre un aspect brunâtre granuleux spécial à ces cellules sécrétrices ; les cristaux maclés sont fréquents. Les nervures sont saillantes et leur faisceau bien développé. La faible épaisseur des membranes cellulaires, des lacunes nombreuses communiquent à la coupe un aspect léger. Peu de modifications à la période estivale, le parenchyme palissadique a pris des assises plus nombreuses et dont les cellules sont plus allongées et perpendiculaires à l'épiderme. Le tissu lacuneux toujours prépondérant mais ses lacunes se sont un peu réduites. Les cellules sécrétrices, les cristaux se retrouvent en grand nombre. En somme c'est plutôt une organisation des tissus qui se réalise à cette époque qu'une modification réelle des éléments.

Dans le limbe de géranium placé dans la « *Serre des Palmiers* » il est impossible de distinguer aucun tissu, toutes les cellules sont semblables, les lacunes nombreuses. Les épidermes sinueux, les cristaux ont une taille considérable, les cellules sécrétrices sont fréquentes, c'est donc la structure des

plantes de la serre tempérée dans laquelle tous les caractères ont pris un maximum d'évolution.

Le *Géranium Robertianum* nous montre un mode de protection nouveau, on ne voit pas ici de collenchyme accumulé à la périphérie (comme dans le *Sanicula europœa* par exemple) mais l'épiderme renforce sa cuticule et ses parois. C'est seulement lorsque la plante est exposée aux grands froids que les assises périphériques du parenchyme concourent à la protection des tissus intérieurs. Dans la serre tempérée et à plus forte raison dans la « Serre des Palmiers » cette adaptation à la protection ne s'observe pas, les parois des cellules de l'épiderme ne prennent aucun épaissement spécial. De même pendant la période d'été chez le géranium développé en plein air, l'épiderme a beaucoup diminué l'épaisseur de ses membranes. Cette protection épidermique est évidemment nécessaire pour garantir les organes contre le froid puisque seuls ceux qui en étaient munis ont pu résister à l'abaissement de température du début de l'hiver. L'évolution du parenchyme confirme le résultat constaté dans le limbe de la violette. D'autre part, la serre chaude et humide a occasionné une croissance de la plante trop rapide pour que les tissus aient le temps de se différencier. Il en résulte une homogénéité de forme et de taille dans les éléments du pétiole par exemple ; dans le limbe, les tissus subissent des modifications sans qu'elles soient toutefois aussi profondes que chez le *taraxacum* cultivé dans les mêmes conditions. Enfin, les aspects morphologiques du géranium cultivé en plein air et dans la serre extrêmement différents en hiver auraient pu être l'indice de profondes différences anatomiques, or il n'en est rien, les différences de structure sont régies strictement par la différence de milieu, par conséquent des aspects extérieurs très dissemblables n'impliquent pas obligatoirement des modifications de structure profondément accentuées.

POTENTILLA FRAGARIASTRUM Ehrh (Rosacées)

MORPHOLOGIE EXTERNE

La potentille de plein air garde pendant une longue période une souche trapue, couverte de nombreux poils fins, drus et courts appliqués sur la surface des organes. Les tiges sont courtes et grosses. Les folioles sont très rapprochées l'une de l'autre et arrivent à se recouvrir plus ou moins partiellement (foliole médiane 8 mm. sur 6 mm.) ; leur bord où émarginent des poils sont à peine dentés. Dans les mois les plus chauds, les dimensions s'accroissent (foliole médiane 1 cm 6 sur 1 cm.), les poils sont plus longs, mais peu nombreux. Une rosette trapue de potentille récoltée en décembre, transplantée en serre tempérée ne tarde pas à étaler ses tiges

flexibles dans toutes les directions. Les poils sont minces et espacés les dents des folioles se découpent en festons pointus. Grâce à leur pétiole, les folioles développées s'écartent l'une de l'autre. En hiver, la foliole médiane mesurait 1 cm. 3 sur 9 mm. pour passer aux mois d'été à 2 cm. sur 1 cm. 6.

MORPHOLOGIE INTERNE

Pétiole

Plein air. — Nous retrouvons des assises périphériques de collenchyme comme il en existe dans le pétiole de *Sanicula europæa*. Au début de la saison froide, l'épiderme est régulier à cellules rectangulaires, le sous-épiderme lui ressemble en tous points et ces deux assises ont leurs membranes en collenchyme. Les assises du parenchyme qui leur font suite sont disposées en couches d'égale hauteur et de forme semblable, elles ne laissent aucun méat se former ; les plus externes de ces couches possèdent une paroi bien épaissie et ce n'est qu'en profondeur que cet épaississement s'affaiblit. En face des faisceaux, les couches épaissies sont plus nombreuses qu'en tout autre point. La chlorophylle est contenue presque exclusivement dans ces assises régulières. Leur faisant suite, on trouve des cellules dont la taille croît légèrement et progressivement, leur forme est polyédrique et aux angles on peut apercevoir de faibles méats triangulaires. Les faisceaux libéro-ligneux sont généralement peu développés, le faisceau principal se dispose suivant le plan médian, sa hauteur est un peu supérieure à sa largeur. Deux autres faisceaux plus petits et plus arrondis lui sont opposés et se trouvent vers la face ventrale. Dans chacun des faisceaux, le liber constitue une bande continue, le bois a des vaisseaux de calibre moyen disposés suivant des files radiales parallèles, une rangée de cellules du bois sépare les files de vaisseaux les unes des autres, sans qu'elles puissent s'accoler. L'endoderme est formé de cellules grandes, rectangulaires, qui se différencient fréquemment en cellules sécrétrices (appartenant au groupe des phénols et des tanins), d'ailleurs ces cellules ne sont pas confinées à l'endoderme. On en trouve quelques-unes dans l'épiderme et dans le liber. En face des faisceaux latéraux, les cellules qui sont comprises entre l'endoderme et l'épiderme sont pour la majorité épaissies par du collenchyme. Dans l'ensemble, le pétiole est régulier et compact, son contour peut être représenté par un triangle à large base et tronqué à une certaine distance de son sommet. Cette forme générale massive alourdit encore l'ensemble de la coupe. En été, l'épaisseur de la membrane, et la disposition des cellules changent. L'épiderme conserve ses parois de collenchyme mais elles sont moins hautes qu'en hiver. L'épiderme présente parfois de petites bosses, ces cellules forment une courbe au-dessus du niveau

de leurs voisines. Dans ce cas, l'assise sous-épidermique agrandit ses cellules adjacentes perpendiculairement à la courbure, et ces éléments viennent remplir le petit dôme épidermique. Sur sa face inférieure l'épiderme s'incurve et forme une gouttière ventrale largement ouverte. L'assise sous-épidermique tend à prendre les caractères du parenchyme. Les assises périphériques régulières formant une enveloppe parcourant tout le tour du pétiole n'existent plus. Le parenchyme a pris des membranes cellulaires minces et ondulées dès les premières couches externes. En face des faisceaux surtout il y a une petite plage de cellules qui ont conservé une forme régulière. Le collenchyme qui protégeait les faisceaux latéraux ne subsiste que dans les assises périphériques. Les faisceaux se sont développés. Le liber est de plus en plus envahi par les cellules sécrétrices et en juillet-septembre on remarque un arc de fibres très épaisses à sa partie supérieure. Le bois a pris de longues files de vaisseaux qui s'accolent souvent dans la partie voisine de l'assise génératrice ; à cause de cet accolement, les rangées de cellules ne sont plus parallèles aux files de vaisseaux, elles paraissent ainsi diverger au sommet du tissu ligneux. Le faisceau médian a pris une forme plus étalée, les faisceaux latéraux restent arrondis. Les cristaux maclés d'oxalate de chaux sont visibles dans le parenchyme et atteignent parfois une taille assez grande. Le passage à la période d'hiver se réalise par le renforcement progressif des assises externes en même temps que les plus internes prennent des formes plus régulières.

Le pétiole, de la potentille cultivée en *Serre* tempérée montre sur une coupe transversale un contour général grêle plus haut que large, un épiderme muni de nombreuses petites protubérances analogues à celles que nous avons déjà vues sur un échantillon de plein air et de la période estivale. Mais ici l'assise sous-épidermique n'élève pas son niveau en face de la bosse, il en résulte donc un espace entre cette assise et l'épiderme, cet espace est comblé par des cellules supplémentaires peut-on dire, puisqu'elles forment comme une couche surajoutée à cet endroit et qu'elles apparaissent exclusivement au niveau des bosses. De plus elles ne font partie ni de l'épiderme qui les recouvre, ni du sous-épiderme qui leur est sous-jacent. A la partie ventrale l'épiderme s'infléchit très fortement vers l'intérieur du pétiole et détermine une gouttière profonde et étroite, les cellules épidermiques bordant cette concavité sont aplaties et longues. Presque toutes les cellules épidermiques sont des cellules sécrétrices et leur paroi a une certaine importance, comme celles du sous-épiderme, elles sont de nature collenchymateuse. Régulières seulement sur quelques couches externes les assises du parenchyme deviennent rapidement irrégulières de taille, et laissant à leurs points de contact avec leurs voisines, des méats intercellulaires. La chlorophylle est disséminée dans toutes les assises du parenchyme. De gros cristaux d'oxalate de calcium, les cellules phé-

noliques sont fréquentes dans le parenchyme les cellules sécrétrices constituent l'endoderme des faisceaux et parfois même de nombreuses cellules des assises adjacentes aux cellules endodermiques. Le faisceau médian a une forme d'éventail étalé, le libé y possède une faible place, il renferme de nombreuses cellules phénoliques. Le bois vers l'assise génératrice possède de gros vaisseaux, à la base des files ils sont petits de telle sorte que les rangées de cellules du bois qui séparent les files de vaisseaux sont plus larges au bas de la rangée et plus étroites vers l'assise génératrice, ce qui leur donne une allure de ligne courbe. Les cellules médullaires sont très grandes et laissent entre elles de gros méats qui arrivent le plus souvent à se fusionner et on a ainsi une lacune centrale d'une certaine importance.

La gouttière va se réduire d'une façon très accentuée. Les assises périphériques se régularisent. La lacune médullaire va disparaître on aura ainsi la forme d'été sur l'épiderme, les petites protubérances de l'assise épidermique sont moins fréquentes et moins grosses. Les cellules du parenchyme restent de grandes dimensions mais à paroi mince. En dessous de l'épiderme, il y a seulement une ou deux couches d'éléments arrondis. Les faisceaux libéro-ligneux ont pris à leur sommet un capuchon de fibres dont les parois sont beaucoup moins épaisses qu'elles ne l'étaient dans la plante de plein air. Le nombre de leurs couches est aussi beaucoup plus faible, par conséquent leur épaisseur générale moindre. Les files des vaisseaux du bois restent longues et leur canal largement ouvert, mais les rangées de cellules ligneuses et les files de vaisseaux du bois sont nettement parallèles.

Limbe

Plein air. — Le limbe, dans les premiers mois de l'année, montre une disposition normale des tissus. L'épiderme plat à cuticule renforcée renferme de nombreuses cellules à tanins et des cellules phénoliques en petites quantités. Intérieurement, le tissu en palissade possède des assises régulières qui occupent plus de la moitié du parenchyme. La partie lacuneuse comprend des éléments à méats très petits. Les nervures ne font pas saillie, leur faisceau libéro-ligneux est bien isolé au milieu des tissus du limbe, leur endoderme est à cellules régulières en majorité différenciées en cellules à sécrétion phénolique. La saison chaude détermine peu de changements, l'épiderme prend des cellules hautes et parfois irrégulières. Le nombre des cellules à tanins a diminué, et les cellules phénoliques (à aspect granuleux) s'accumulent plutôt au niveau des faisceaux libéro-ligneux. Les lacunes sont devenues plus fréquentes et font que les éléments du tissu lacuneux se disposent en travées plus ou moins sinueuses, comptant un nombre variable d'assises.

Mais le parenchyme lacuneux continue à être le moins développé. Les cristaux en oursins sont gros et nombreux. Les

cellules phénoliques constituent l'endoderme des faisceaux et gagnent même les tissus internes du faisceau. La modification la plus accentuée réside dans les nervures, elles forment à présent un large dôme sur la face inférieure du limbe, dôme qu'occupe un réseau de cellules régulières à paroi collenchymateuse. Le faisceau libéro-ligneux de la nervure lui aussi a pris de l'extension, son tissu ligneux a augmenté le calibre, le nombre de ses vaisseaux, leurs files radiales sont plus longues. Du côté du parenchyme palissadique, l'endoderme du faisceau vient en contact direct avec l'épiderme.

Quant au limbe de l'échantillon de *Serre*, au début de l'hiver, il présente dans son épaisseur deux séries de cellules. L'une à assises peu nombreuses dirige ses cellules plus ou moins étroites, perpendiculairement à l'épiderme supérieur. L'autre catégorie de cellules, mieux développée, possède des éléments arrondis orientés en tous sens et séparés souvent par des espaces intercellulaires plus fréquents que dans la première série de cellules, ce qui donne à cette partie du limbe un aspect trabéculaire. Au milieu de ce parenchyme on voit des faisceaux libéro-ligneux ayant déjà une surface assez considérable, les vaisseaux du bois sont largement ouverts et leurs files radiales sont longues, les cellules endodermiques sont irrégulières, elles apparaissent remplies de granulations, elles ont donc le rôle de cellules sécrétrices de substance phénolique. Les nervures se distinguent par la convexité qu'elles forment au-dessus du niveau de l'épiderme supérieur. Les cellules épidermiques, papilleuses, ont leur contenu cellulaire fréquemment chargé de matières phénoliques. L'été provoque un agencement plus régulier des cellules en palissade qui se serrent l'une contre l'autre tandis que les travées du tissu lacuneux deviennent plus larges. L'épiderme prend des cellules plates, régulières et parfois le contenu cellulaire est homogène, dense, ce sont des cellules à tanins.

Dans l'un et l'autre milieu, j'ai pu constater une série de transformations de même nature que celles citées pour les échantillons précédemment étudiés, transformations qui ont fait renaître la structure d'hiver au plein air et dans la serre.

Potentilla Fragariastrum subit donc une évolution de structure comparable à celle que nous avons déjà constatée pour des plantes dont les feuilles sont à position oblique. Le pétiole comme le limbe de l'échantillon de plein air s'assure une protection durant la période froide, protection que le printemps atténue et que l'été fait disparaître en grande partie. Ces renforcements ou, au contraire, ces affaiblissements d'isolement contre le froid ont été en effet constatés aussi bien au point de vue macroscopique : poils, que microscopique : cuticule, faisceaux placés en profondeur, renforcement de membranes cellulaires ou accumulation de cel-

lules vers la périphérie en face des tissus conducteurs qui sont les plus vulnérables. Au point de vue protection, on pourrait rapprocher la potentille du *Sanicula europæa*, car tous deux forment des assises collenchymateuses. Les sécrétions de substance minérale (oxalate de chaux) augmentent surtout en été pour la plante de plein air, pour celle de serre, elles sont toujours assez abondantes. Quant aux sécrétions de substance organique (phénol, tanin) leur évolution aux différentes époques dans le *Potentilla Fragariastrum* vient confirmer ce qui avait été remarqué déjà chez la violette : à savoir que les cellules à tanins sont toujours plus nombreuses dans les plantes de plein air que dans celles de serre, quelle que soit la date du prélèvement de l'échantillon et inversement les cellules à dérivés phénoliques sont plus abondantes dans les coupes d'échantillons de serre que celles de plein air.

PETROSELINUM SATIVUM Hoffm. (Ombellifères)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Dans la serre comme dans le plein air, la rosette se conserve plus longtemps que dans les autres plantes. Dans la serre, cependant, les pétioles ont une direction presque verticale, sauf dans la période d'été où quelques-uns s'étalent. Les folioles, quelle que soit la position du pétiole, ont toujours une orientation plus ou moins horizontale, elle ont un aspect frisé, ondulé, qui s'atténue en juillet. En automne, on retrouve côte à côte des folioles plus ou moins plates et d'autres frisées. La hauteur générale est toujours supérieure pour l'échantillon de serre, mais en été, celui de plein air s'est agrandi et les différences se sont atténuées. Ce qui différencie le mieux les deux séries de plantes ce sont les cannelures et la gouttière ventrale du pétiole qui sont toujours très nettes chez l'échantillon de plein air et ne se marquent chez le persil de serre que dans la période d'été.

MORPHOLOGIE INTERNE

Pétiole

Plein air. — En janvier, l'épiderme à cuticule bien développée dessine des ondulations occupées par des paquets de collenchyme qui apparaissent en face de chaque faisceau libéro-ligneux dont ils sont séparés par un canal sécréteur et dans l'angle formé par la gouttière ventrale. Leur surface augmente à mesure qu'on approche du sommet du pétiole (la plus grande largeur perpendiculaire à l'épiderme est de 56 μ .) les cellules du parenchyme, qui sont de taille assez régulière, arrondie, forment une sorte de pont perpendiculaire à l'épiderme unissant le sommet du faisceau libéro-ligneux du pa-

quet de collenchyme en passant par le canal sécréteur, les cellules du parenchyme diminuent leur largeur totale à ce niveau ce qui donne à ces plages de parenchyme l'aspect de deux triangles accolés par leur sommet. Dans cet espace, les cellules sont rectangulaires à angles arrondis avec leur plus grande dimension dirigée dans le sens du pont. La section transversale des faisceaux a une forme allongée, à leur sommet on distingue une accumulation de cellules de soutien qui se retrouvent à la base du faisceau en moins grand nombre. Le liber est bien représenté, les vaisseaux du bois sont moins nombreux que dans la plante de serre, leur membrane est assez épaisse (2μ 8). Dans la période d'été, la forme générale s'arrondit, les cellules prennent un plus grand développement en gardant toutefois une assez grande régularité. Dans les faisceaux qui se sont tous rapprochés de la périphérie, le bois a augmenté le nombre et le calibre de ses vaisseaux, mais leur paroi s'est amincie (2μ 2). La surface des paquets de collenchyme a diminué. Les ponts entre les faisceaux et l'épiderme se sont beaucoup réduits. La chlorophylle s'est répartie d'une façon plus uniforme. Les canaux sécréteurs ont une forme qui les rapproche de ceux de l'échantillon de serre et ils sont plus nombreux, on en distingue de plus petits à la base des faisceaux. Seules, les plages de fibres au-dessus de chaque faisceau libéro-ligneux ne semblent pas avoir subi un grand changement.

Serre. — Le contour général du pétiole est arrondi. Les membranes cellulaires sont minces et les éléments de plus grande taille que chez la plante de plein air. Les paquets de collenchyme ont une surface moindre (45μ de plus grande largeur perpendiculaire à l'épiderme). Les cellules de soutien des faisceaux libéro-ligneux sont moins marquées, le pont de cellules de parenchyme entre le faisceau et l'épiderme n'existe pas. Dans les faisceaux qui sont plutôt de forme arrondie (en section transversale), le liber occupe peu de place, le bois a de gros vaisseaux à paroi plus mince que dans l'échantillon de plein air (2μ 1). Les canaux sécréteurs montrent une ouverture plus large. La cellule occupe une plus grande surface puisque les faisceaux libéro-ligneux sont plus périphériques. En été, les tissus ont évolué de façon à se rapprocher de ceux de la plante de plein air. Les tissus de soutien, les plages de collenchyme par exemple se sont mieux développés ; de même que les cellules qui occupent la partie supérieure des faisceaux. Le pont de cellules de parenchyme unissant à l'épiderme le canal sécréteur et le faisceau libéro-ligneux parfois s'ébauche obscurément. Les canaux sécréteurs gardent une ouverture aussi accentuée que dans la période d'hiver. Les vaisseaux restent larges et nombreux.

Limbe

Les structures de cet organe à différentes époques de

l'année sont comparables à celles des autres limbes du *plein air*, dans les mois d'hiver le parenchyme est régulièrement réparti en deux tissus. Le parenchyme palissadique est formé de cellules allongées perpendiculairement à l'épiderme, elles sont serrées les unes contre les autres, puis vient le parenchyme lacuneux qui dispose ses assises dans un sens parallèle à la longueur du limbe. Les nervures ne présentent plus aucun saillie au-dessus de l'épiderme; elles se distinguent par la seule présence de leur faisceau libéro-ligneux qui est bien isolé grâce aux couches concentriques de parenchyme qui ne permettent en aucun point un contact direct de l'épiderme avec le faisceau. De par cet isolement même, le faisceau doit réduire ses dimensions car la surface qui lui est destinée est plus restreinte, le liber et les cellules de soutien prédominant, le bois est peu développé. Puis peu à peu lorsqu'on s'approche de la saison chaude, des lacunes se forment, mais ces espaces intercellulaires ne détruisent jamais la régularité du parenchyme. Les cellules allongées du tissu palissadique gardent leur orientation perpendiculaire à l'épiderme et occupent toujours la plus grande place dans le parenchyme.

Dans le tissu lacuneux, les lacunes nombreuses qui se sont infiltrées n'ont communiqué à cette portion du limbe que les caractères du tissu lacuneux vrai, c'est-à-dire que les cellules y alternent avec des lacunes sans que l'aspect de la coupe soit extrêmement lâche. L'épaisseur générale du limbe étant devenue plus grande, les faisceaux libéro-ligneux ont augmenté leur surface. Le bois surtout a pris des vaisseaux plus larges, plus nombreux, les canaux sécréteurs dont le calibre est agrandi deviennent plus nettement visibles au milieu des tissus qui les entourent. L'épiderme du limbe de persil n'offre à aucun moment une régularité parfaite comparable à celle qui a été constatée pour d'autres limbes développés au plein air et dans la période froide. Quelques cellules épidermiques étaient déjà irrégulières, dans l'été, l'épiderme est ondulé sur les deux faces.

Dans la *Serre*, le limbe a une structure nettement différente de celle de la plante de plein air. Toutes les membranes cellulaires sont minces, les cellules épidermiques sur les deux faces ont leur bord externe sinueux. Dans le parenchyme on ne peut distinguer ni zone palissadique, ni zone lacuneuse, les éléments sont semblables, de forme polyédrique séparés par des espaces intercellulaires fréquents. Les nervures possèdent des faisceaux libéro-ligneux dont les tissus sont très distincts. Le bois, par ses vaisseaux et par son étendue, y est le plus développé. A cette phase de non différenciation du parenchyme, succède une période de transition pendant laquelle on voit des cellules s'orienter perpendiculairement à l'épiderme supérieur. En été on constate alors la formation

d'un petit nombre d'assises à caractère palissadique (cellules allongées perpendiculairement à l'épiderme) et d'un tissu lacuneux mieux représenté. Mais on pourrait dire qu'on a ici une structure pseudo normale. En effet, les lacunes restent tellement nombreuses et de grande taille qu'elles s'opposent à toute organisation vraiment typique de parenchyme foliaire qu'on est habitué de rencontrer dans cet organe. De plus, cette ébauche de structure en assises palissadiques et lacuneuses est de courte durée et les éléments perdent après quelque temps leur orientation et leur forme particulière.

L'étude du développement du pétiole du persil cultivé en serre et en plein air rappelle celle du pétiole de *Sanicula europæa*. Dans l'une et l'autre plante on constate une protection réalisée par du collenchyme qui s'accumule en de nombreuses assises au niveau des faisceaux libéro-ligneux et y détermine la formation de véritables amas collenchymateux. Cette protection est très accusée dans les échantillons de plein air en hiver, pour ceux de serre elle est atténuée comme nous avons pu le remarquer, déjà dans les coupes de *Sanicula*, comme dans celle du persil. Mais ce dernier paraît pousser plus loin la protection de ses tissus conducteurs et profonds vers la partie interne des paquets de collenchyme, il s'accumule des assises régulières et serrées de parenchyme ; c'est ce que nous avons désigné sous le nom de « pont ». C'est bien un rôle de protection qu'on doit attribuer à ces couches parenchymateuses, puisque dans les seuls échantillons de plein air d'hiver, ils s'accusent, tandis que dans les plantes de plein air d'été elles n'existent jamais qu'à l'état de faible ébauche. Par leur position variant suivant la saison, les faisceaux libéro-ligneux du *Sanicula europæa* et du persil permettent d'établir de nouveau un parallélisme de structure entre ces deux plantes cultivées en plein air et recueillies en hiver. Les faisceaux sont rapprochés l'un de l'autre en été et l'épaisseur des assises parenchymateuses qui les séparent de l'épiderme diminue. La moelle par le fait de l'écartement des faisceaux libéro-ligneux occupe donc une plus grande surface. Dans le persil développé en serre les faisceaux ont toujours une position comparable qu'ils possèdent pendant la période estivale, chez persil de plein air, ils ont une position excentrique. Les canaux sécréteurs sont toujours nombreux et de large calibre dans la plante de serre, pour celle qui est cultivée au plein air en hiver ils sont en nombre restreint et les cellules bordant le canal sécréteur ne laissent qu'une faible ouverture. En été, au contraire, le canal est large, ses cellules bordantes sont plus plates et les canaux apparaissent en plus grand nombre. Ces remarques pour les canaux sécréteurs ont déjà été faites au sujet du *Sanicula europæa*. Les tissus conducteurs (bois, liber), tissus de soutien du pétiole et du limbe du persil, ont un développement qui n'a rien de parti-

culier et il suit une évolution générale identique à celle qui a-été constatée dans d'autres échantillons déjà étudiés.

GALIUM CROCIATA Scop (Rubiacées)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Au point de vue morphologie externe, le galium est un des meilleurs types ; les variations d'aspect entraînées par les changements de conditions extérieures (milieu ou saison) sont amples et caractéristiques. Au plein air, durant l'hiver, le galium développe ses rameaux sur une faible longueur, ils ne présentent aucune ramification, les serticilles de feuilles sont très rapprochés l'un de l'autre (4 mm.) et les feuilles sont petites, arrondies (2 mm. sur 1 mm. $1/2$). Tiges et feuilles sont hérissées de poils longs, soyeux, serrés et couchés sur les organes, la tige carrée sur chaque face marque une sorte d'enfoncement peu accentué. Les beaux jours voient se réaliser l'allongement des tiges et des entre-nœuds (1 cm. 7). Les galiums placés en serre même pendant la période froide accusent une grande vitalité, ils possèdent de longs rameaux, très feuillus, à entre-nœuds importants (1 cm. 2) des limbes allongés (6 mm. sur 3 mm.). Les encoches sur les faces de la tige sont profondes, les poils sont longs, minces, dressés et peu nombreux. En été, toutes les dimensions augmentent (feuilles 1 cm. 3 sur 7 mm., entre-nœuds 2 cm. 4).

MORPHOLOGIE INTERNE

Limbe

Plein air. — L'épiderme sur les deux faces est régulier, sa cuticule se renforce. Le parenchyme s'organise nettement en tissu palissadique et lacuneux, vers les extrémités du limbe, les cellules parenchymateuses se serrent et sont indifférenciées. Les nervures s'empâtent à l'intérieur des tissus, leur faisceau petit est isolé d'une part par le tissu palissadique qui passe au niveau des nervures sans changer la forme ni les dimensions de ses cellules ; d'autre part, vers le tissu lacuneux, on voit une plage protectrice de cellules serrées l'une contre l'autre. Le faisceau libéro-ligneux par sa structure est lui-même caractéristique d'une plante de plein air d'hiver c'est-à-dire que les tissus de soutien l'emportent sur les tissus conducteurs. Dans les mois suivants, et plus encore dans la belle saison, l'aspect d'une coupe transversale du limbe devient plus léger grâce à l'amincissement des membranes cellulaires ; le tissu palissadique est toujours très distinct du parenchyme lacuneux et occupe la plus grande surface des tissus foliaires. On ne trouve plus à l'extrémité du limbe de cellules semblables, elles sont à présent réparties en éléments à caractères palissadique et lacuneux. De même au niveau des nervures, la plage protectrice

vers la face inférieure disparaît, les nervures sont nettement saillantes.

Le limbe de *Galium Cruciata* cultivé en *serre* montre un épiderme papilleux, le parenchyme est obscurément différencié en ses deux catégories de tissus, c'est-à-dire que du côté palissadique on voit quelques éléments se disposer plus ou moins perpendiculairement à l'épiderme, mais dont l'ensemble n'est réellement constitué que par des travées cellulaires dissociées par de fréquentes lacunes. Les nervures forment dôme au-dessus de l'épiderme, leur faisceau (où le bois est bien développé) occupe une surface assez grande sans qu'on puisse remarquer une protection sous-épidermique ou parenchymateuse à ce niveau. En été on assiste à une sorte de régularisation du parenchyme déterminée par la disposition des lacunes, qui s'étaient exagérées et désorganisaient le limbe. Le tissu lacuneux continue à occuper plus de place que le tissu palissadique.

Tige

Plein air. — Dès l'épiderme dans la période d'hiver, on peut voir une manifestation de la protection nécessitée par la saison. Les cellules épidermiques, sous-épidermiques s'épaississent. Puis viennent les cellules corticales petites, de dimensions assez régulières, laissant de très petits méats intercellulaires. Vers la périphérie, quelques assises adjacentes au sous-épiderme épaississent leur membrane et cette épaisseur s'atténue en profondeur. Aux abords du cylindre central, les éléments de l'écorce deviennent plus petits, polyédriques et forment comme une gaine circulaire. Le liber et le bois sont sous forme d'anneaux concentriques, celui du liber est large, celui du bois a des files ne comprenant que deux ou trois vaisseaux de petit calibre. La région médulaire est de surface restreinte, ses cellules sont régulières. Sur l'épiderme, les poils apparaissent fréquents, larges de base et assez longs. En été, la protection s'atténue, le renforcement des assises corticales disparaît dans les plus profondes, il ne subsiste que dans les plus externes et n'en affecte qu'un petit nombre. L'épiderme, le sous-épiderme restent épais, mais le renforcement de leur membrane est inférieur à celui de ces mêmes cellules durant l'hiver. Les cellules de l'écorce sont de forme arrondie, les méats qu'elles laissent sont donc plus étendus ; vers le cylindre central le contour cellulaire est polyédrique. Le liber est toujours nettement visible, le bois a pris des vaisseaux plus nombreux dans chaque file radiale, et la paroi de ses vaisseaux est plus mince. Dans la moelle, les cellules sont de taille irrégulière à angles émoussés, plus petites vers la zone périphérique. A cette époque de l'année des macles d'oxalate de chaux apparaissent dans les cellules corticales, elles sont de dimensions moyennes.

Une tige de *Galium Cruciata* développé en *Serre* tempérée possède des cellules épidermiques dont la face externe seule

est épaissie, leur taille est variable suivant leur place, celles qui recouvrent les angles de la tige sont petits, celles du secteur compris entre deux angles sont de dimensions supérieures aux précédentes. L'écorce est constituée par des cellules irrégulières à membrane mince et quelque peu flexueuse, déterminant des méats nombreux. Le liber est peu développé, par contre, le bois a des vaisseaux de large calibre et à paroi mince. Si l'on compte les vaisseaux ligneux dans chaque file radiale, on voit que leur nombre est supérieur à celui qu'on avait constaté pour la tige de *Galium* cultivé au plein air. La moelle a des cellules polyédriques de taille irrégulière, à angles arrondis, séparées par des méats. Les poils sur l'épiderme sont formés d'une seule cellule, ils sont minces et effilés. Les cristaux maclés sont gros mais peu abondants. Pendant les mois suivants, les cellules épidermiques des différentes régions égalisent leur taille. Les cellules corticales abandonnent leur forme capricieuse et deviennent polyédriques ; dans les assises contiguës au cylindre central elles sont petites. Les tissus conducteurs du cylindre central présentent peu de variation, seules les cellules médullaires se régularisent et diminuent l'importance de leurs méats intercellulaires.

Le limbe de *Galium* — tout comme sa tige — par l'étude de leurs variations au cours de l'année amènent aux conclusions déjà posées : aspect régulier et compact, éléments de dimensions relativement faibles, prédominance des tissus de soutien, cristaux peu abondants, telles sont les caractéristiques des organes du *galium* développé au plein air. Tandis que l'échantillon cultivé en serre se distingue par ses membranes minces, ses éléments irréguliers de forme et de taille plus considérable par ses tissus conducteurs (particulièrement vaisseaux du bois) toujours bien développés et enfin par ses cristaux abondants, quelle que soit la saison. En outre, on peut établir une comparaison entre les variations de la tige de *Galium Cruciatum* et celle de *Véronica officinalis* ou de *Glechoma hederacea* ; on voit que ces variations sont parallèles, il faut cependant remarquer que la tige du *Galium* étant herbacée, offre des écarts de structure moins accentués dans l'évolution des éléments de soutien au cours des différentes saisons.

GLECHOMA HEDERACEA L (*Labiées*)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Le *Gléchoma hederacea* offre les mêmes variations au point de vue de la coloration, de la dimension de ses organes dans les différents milieux que les variations déjà présentées par d'autres échantillons. Au plein air, le lierre terrestre est poilu, d'un vert assez sombre. Ses feuilles à peine pétiolées sont petites, à bords festonnés dont les dents sont arrondies ; les entre-

nœuds sont courts. Puis, à la belle saison, l'activité renaît et fait développer des feuilles plus grandes (1 cm. 4 sur 1 cm. 1. Pétiole 4 mm.). Tandis que dans la serre le Gléchoma a peu de poils, de nombreux rameaux à entre-nœuds développés (1 cm. 5), ils portent beaucoup de feuilles, celles-ci en forme de cœur à dents assez pointues et profondes (feuilles, largeur 1 cm. 9 sur 1 cm. 1, pétiole 7 mm.). L'été amène une certaine augmentation dans les dimensions des différents organes.

MORPHOLOGIE INTERNE

Les variations de structure sont extrêmement voisines de celle qu'a montré la véronique, c'est pourquoi nous n'en ferons qu'une étude rapide.

Tige

Une tige prélevée sur un échantillon de Glechoma développée au *Plein air*, en hiver, montre sur une coupe transversale un épiderme à cellules régulières renforcées sur toutes leurs faces. L'assise adjacente à l'épiderme est unie à ce dernier par une membrane médiane épaisse. Les cellules corticales disposées en couches concentriques régulières ne laissent que de faibles méats. Les assises périphériques ont une paroi plus forte que celle des couches internes. L'endoderme est normal à cellules rectangulaires. Les éléments du cylindre central sont disposés en couronnes concentriques à l'endoderme, le péricycle est bien développé. Les éléments de soutien sont épaissis sur toute leur paroi. Le liber forme un anneau continu, le bois répartit ses cellules en quatre zones se correspondant deux à deux. Dans deux régions comparables, les files de vaisseaux du bois dont la section est régulière et polyédrique alternent avec des rangées de cellules ligneuses de largeur égale à celle des fibres de vaisseaux. Dans les deux autres zones, le calibre des vaisseaux est plus considérable, les cellules moins larges, tandis qu'en face de ces régions, les accumulations de cellules pérимédullaires comprennent de nombreuses assises. Ces deux catégories de régions de l'anneau ligneux sont donc bien comparables à celles décrites chez la véronique d'hiver sous le nom de région B pour les premières et région A pour les secondes. La moelle occupe tout le cercle délimité par l'anneau du bois, les cellules médullaires sont assez régulières. En été, l'épiderme de la tige présente parfois des enfoncements, les assises épidermique et sous épidermique gardent des faces épaissies. Les cellules corticales sont ovoïdes dont la taille va en augmentant avec la profondeur, elles présentent un léger maximum de dimension vers le milieu de l'écorce, pour diminuer un peu vers l'endoderme. Les méats sont devenus plus nombreux et légèrement plus étendus. Les cellules endodermiques sont moins hautes que pendant l'hiver.

ver. Les parois de cellules péricycliques sont devenues un peu plus minces. Le liber offre une forme particulière, son épaisseur totale s'est légèrement réduite de place en place, offrant ainsi un peu l'aspect d'îlots unis les uns aux autres par des filets plus ou moins larges de liber. Le bois garde les mêmes régions qu'en hiver, le calibre des vaisseaux partout a augmenté, mais les plus gros sont toujours confinés dans la région B.

Dans la plante de *Serre* en hiver, la tige montre sur une coupe transversale, un épiderme à cellules plus ou moins régulières qui s'enfoncent en divers endroits. Entre cette assise et le sous-épiderme, la membrane médiane atteint une certaine épaisseur (sans jamais être aussi développée que dans l'échantillon de plein air). L'assise sous-épidermique par la forme et les dimensions de ses cellules a beaucoup d'affinités avec l'écorce, ses membranes sont légèrement renforcées. Les cellules corticales sont grandes et laissent de nombreux méats entre elles, leur paroi est mince, les couches les plus profondes sont de forme ovulaire. L'endoderme, par la régularité de ses cellules rectangulaires, contraste nettement avec les éléments de l'écorce. Le péricycle et le liber sont en couronne étroite. Le bois possède quatre régions distinctes comparables deux à deux. Les cellules pérимédullaires légèrement plus développées en face de la zone A ne comportent d'épaississement qu'à leurs angles. La moelle est formée de grandes cellules irrégulières à membrane mince séparées par de fréquents méats. La structure se modifie un peu en été. Dans l'écorce, les cellules sont de taille plus grande dans les assises médianes et deviennent plus basses au voisinage de l'endoderme. C'est dans le cylindre central que les modifications sont le plus visibles. Le péricycle a un peu épaissi ses membranes cellulaires, quant au liber, il affecte une forme nouvelle. Parallèlement aux régions A du bois, les couches libériennes restent assez bien développées, elles se réduisent ensuite graduellement jusqu'à atteindre deux points diamétralement opposés et correspondant aux régions A, là la largeur totale du liber est considérablement réduite. Dans l'ensemble, le tissu libérien se dispose suivant deux croissants parallèles aux régions B et accolés par leurs extrémités. L'anneau ligneux a augmenté la longueur et le calibre de ses files de vaisseaux, dans la zone A les vaisseaux sont de calibre assez petit, en B les vaisseaux sont plus larges et polyédriques. De plus, les régions A occupent une large fraction de l'anneau ligneux.

Pétiole

Pendant l'hiver, les coupes transversales de pétiole montrent dans les échantillons de *Plein air* un épiderme et un sous-épiderme intimement accolés l'un à l'autre ayant des parois épaisses. Les cellules du parenchyme sont régulières.

ment serrées et se disposent en assises concéntriques autour du faisceau médian. Les tissus conducteurs se groupent, suivant l'axe de symétrie du pétiole, en un faisceau unique peu développé, il est limité à sa partie supérieure et inférieure par un arc de cellules de soutien à parois épaisses. Le liber forme une ligne continue et le bois est disposé suivant des lignes parallèles et radiales, les cellules ligneuses couvrent une surface supérieure à celle des vaisseaux. En été l'épiderme diminue l'épaisseur de ses membranes, l'assise sous-épidermique prend les caractères du parenchyme qui présente de fréquents méats intercellulaires. Les cellules de soutien et le liber du faisceau ont diminué d'importance, les membranes des fibres sont moins épaisses. Dans son ensemble, le faisceau occupe une plus grande surface qu'en hiver, l'arc qu'il formait s'est encore en quelque sorte étalé. A toute époque, le pétiole du glechoma a une gouttière ventrale largement ouverte.

Pour la plante de *Serre*, l'aspect est moins dense en raison de la faible épaisseur des membranes et des méats intercellulaires fréquents. Les cellules épidermiques ont leur face supérieure convexe, leur cuticule est mince. Le parenchyme est constitué par des cellules assez grandes séparées par des méats bien développés. Le faisceau libéro-ligneux est en éventail amplement étalé. Les fibres y occupent la portion dorsale et ventrale sur une faible hauteur. Le liber forme le plus souvent un mince arc ou parfois même se fragmente en petits flots. Au-dessous de lui, le bois occupe une grande partie du faisceau ; ses vaisseaux sont larges à paroi mince. Dans les mois d'été, il y a peu de modifications, les cellules parenchymateuses sont plus régulières ; les fibres augmentent un peu l'épaisseur de leur paroi ; le bois accroît le nombre et le calibre de ses vaisseaux ; la gouttière ventrale écarte davantage ses bords.

Limbe

Celui d'un *Glechoma hedéracea* récolté en *Plein air* dans les premiers mois de la période froide, offre un épiderme à cellules plus importantes à la face supérieure. Le parenchyme comprend des assises palissadiques nombreuses et un tissu lacuneux où les vides intercellulaires ne sont jamais très développés. Les nervures ne font pas saillie, les faisceaux libéro-ligneux où les tissus de soutien dominant s'isolent de la périphérie par des assises de parenchyme. En été, l'épiderme supérieur devient un peu irrégulier, quelques-unes de ses cellules sont papilleuses, le parenchyme garde une structure normale seulement les lacunes sont devenues plus abondantes et de plus grande surface dans la partie inférieure du limbe. Les nervures se révèlent extérieurement par des saillies occupées par des cellules à membrane peu épaisse, présentant des méats intercellulaires assez bien développés. Les faisceaux

libéro-ligneux sont beaucoup plus gros qu'en hiver. Les fibres ont subi une petite réduction dans l'épaisseur de leur membrane. Les vaisseaux du bois s'étalent suivant des files plus longues et leur calibre de faible qu'il était précédemment, est devenu large.

Le limbe de la plante de *Serre* est à épiderme papilleux sur ses deux faces. Le parenchyme comprend des cellules à paroi mince, séparées par de fréquents méats, elles sont semblables sur toute l'étendue du limbe, parfois même, elles se disposent en travées unicellulaires. La chlorophylle est répartie uniformment dans toutes les assises. Les nervures font déjà saillie, un parenchyme à éléments irréguliers en occupe le dôme, le faisceau libéro-ligneux s'étale sur une surface assez grande, c'est le tissu ligneux qui en occupe la plus large portion. Les vaisseaux du bois sont largement ouverts, et à paroi mince. En juin, l'épiderme est toujours papilleux, le parenchyme organise ses cellules en deux tissus. A la face supérieure, elles sont allongées et s'orientent plus ou moins perpendiculairement à l'épiderme, des lacunes viennent souvent séparer les éléments. Dans l'espace restant, le tissu garde un aspect réticulaire. Ici comme dans de nombreux cas déjà étudiés, les lacunes trop fréquentes s'opposent dans le limbe de l'échantillon de serre à l'agencement en tissu palissadique et lacuneux normaux. Les nervures sont saillantes et les faisceaux augmentent légèrement l'épaisseur de la paroi de leurs cellules de soutien, les vaisseaux du bois demeurent nombreux et larges.

La structure des organes du *Glechoma hederacea* présente de nombreuses analogies avec celle de la véronique. Dans la tige, les tissus affectent une disposition analogue dans les deux plantes et subissent aux mêmes époques des variations comparables. Il est à remarquer, cependant, que les régions de l'anneau du bois sont toujours plus nettement délimitées chez la véronique. Les cellules pérимédullaires constituent des paquets à assises plus nombreuses dans la tige de véronique que dans celle de *glechoma*. Le pétiole, le limbe organisent leurs tissus dans les plantes de plein air d'hiver en vue d'une protection contre le froid en augmentant le nombre des assises parenchymateuses et en accolant l'une à l'autre ces cellules du parenchyme autour des faisceaux libéro-ligneux. La cuticule de l'épiderme, les faces de celui-ci ainsi que les cellules de l'assise sous-épidermique qui toutes se renforcent, concourent aussi à l'isolement des tissus profonds moins résistants. En été, cette protection s'atténue beaucoup dans l'échantillon de plein air tandis que le tissu ligneux prend un plus grand développement. Dans la plante de serre, toute protection est superflue et seule l'hérédité laisse à l'épiderme un léger épaississement de ses parois. Dans leur ensemble, les

tissus sont moins différenciés dans ce milieu quē dans les échantillons provenant du plein air, les lacunes et le bois y sont par contre mieux représentés.

ERIGERON CANADENSIS L (Composées)

MORPHOLOGIE INTERNE

L'erigeron offre, dans sa morphologie externe, des variations du même ordre que celles qui ont été données pour le pissenlit.

MORPHOLOGIE INTERNE

Pétiole

Plein air. — En décembre, sa coupe transversale offre un aspect compact.

Le contour général en est régulier et triangulaire. On peut distinguer, pour faciliter l'étude, la partie centrale du pétiole ou corps et les deux expansions qui la prolongent ou ailes. L'épiderme présente des cellules basses renforcées sur toutes leurs faces, la cuticule est épaisse, l'assise sous-épidermique étroitement accolée à l'épiderme par une membrane commune très renforcée à elle-même des cellules de petites dimensions. Le corps du pétiole est nettement distinct du reste de l'organe, car il est presque exclusivement formé d'éléments polyédriques réguliers laissant de très faibles méats intercellulaires, leur membrane est d'autant plus renforcée que les cellules sont situées plus près de la périphérie. La taille de ces éléments est plus grande pour ceux voisins du faisceau central du pétiole. Par leur ensemble, ces assises tracent deux plages protectrices s'étendant l'une en dessus, l'autre en dessous du faisceau situé dans le plan médian, l'isolant ainsi du côté supérieur et inférieur du pétiole. De place en place dans le parenchyme, on voit des flots de petites cellules polygonales. Ce sont des amas libériens fréquents dans les organes de Composées. Par leur faible largeur et leur longueur assez considérable, les ailes offrent aux abaissments de température une très large prise, pour résister il leur faut prendre une protection efficace. Dans le corps du pétiole, on a pu constater que l'isolement se réalisait par une augmentation du nombre des assises du parenchyme, accompagnée parfois de l'accroissement consécutif de l'épaisseur de leur membrane. Dans les ailes du pétiole d'erigeron, la surface est tellement restreinte qu'elle ne permet pas un tel agencement des tissus, une protection nouvelle est alors réalisée par deux au maximum, trois assises de cellules hautes et étroites accolées les unes aux autres ; ces cellules bordent

les ailes sur toute leur surface. La chlorophylle est presque entièrement condensée dans ces assises. Dans le faible espace délimité par ces deux bandes protectrices, on trouve des faisceaux libéro-ligneux, des îlots de liber assez développés entre ces faisceaux et, unissant tous ces éléments, on trouve des cellules parenchymateuses arrondies et très serrées. Les faisceaux libéro-ligneux sont de faible étendue, relativement à la surface totale du pétiole, un seul, celui qui se trouve dans le plan médian de symétrie, a quelque importance ; autour de lui, tout en gardant leur forme régulière, les cellules du parenchyme se disposent en assises concentriques autour du faisceau. Les cellules endodermiques ont leur forme normale rectangulaire. A la partie supérieure et inférieure du faisceau, on distingue un amas de fibres à membrane épaisse. Le liber forme une bande continue, le bois a des vaisseaux peu nombreux à canal étroit, tandis que les cellules ligneuses sont bien développées. Au-dessus de chaque faisceau — même du plus gros — il est difficile d'apercevoir le canal sécréteur, dont les cellules bordantes hautes et larges, limitent une ouverture petite et elliptique. En été, la structure se modifie. L'épiderme ne présente plus qu'une cuticule faiblement marquée ; aucune de ses faces n'est renforcée. Le parenchyme du pétiole proprement dit a des cellules grandes, irrégulières, à membrane un peu sinueuse et assez mince. On ne retrouve plus la disposition en plages régulières. Dans les ailes, les assises à cellules longues et étroites doublent toujours l'épiderme, mais elles sont moins serrées. Leur épaisseur générale étant réduite, elles laissent entre elles un certain espace qui est occupé par des éléments à membrane mince formant de nombreux méats. Dans les ailes, les faisceaux libéro-ligneux ont une plus grande surface, le faisceau médian a pris une forme étalée. Dans chacun des amas supérieur et inférieur au faisceau, les fibres ont une paroi plus mince, le tissu libérien forme une ligne ondulée dont l'épaisseur inégale en ses divers points est inférieure à celle du liber de l'échantillon d'hiver. Le bois a des files longues de vaisseaux plus larges, à paroi plus mince que précédemment. Le canal sécréteur au-dessus de chacun des faisceaux libéro-ligneux est très visible, son ouverture est très grande et arrondie et les cellules bordantes sont pavimenteuses. Les amas de liber ont une surface moindre dans tout le pétiole, les stomates qui étaient rares pendant la saison froide sont à présent disséminés sur toute la face épidermique, par contre, les poils sont devenus plus longs, étroits et plus rares qu'à la période précédente. Le retour à la forme d'hiver va s'effectuer par une augmentation de l'épaisseur de la cuticule et des membranes des cellules épidermiques, 2° par un accroissement du nombre et par conséquent de l'épaisseur totale des assises parenchymateuses qui bordent les ailes du pétiole, 3° par la création de plages de

cellules régulières et renforcées sur la face dorsale et ventrale du corps du pétiole, plages qui, peu à peu, viendront au contact du faisceau médian. Les amas de liber des faisceaux et du parenchyme redeviennent prépondérants ; le bois réduit et le nombre et le calibre de ses vaisseaux. Ce sera de nouveau l'aspect compact tel qu'il a été constaté dans les coupes d'échantillons de décembre. Le pétiole d'un érigeron développé en *Serre*, prélevé en hiver, a une forme ailée, mais les ailes ont un plus grand développement qu'au plein air. L'assise épidermique a ses membranes minces, sa cuticule de faible épaisseur épouse la forme de la courbe de la face externe des cellules épidermiques. Le parenchyme du pétiole est constitué par des cellules grandes irrégulières à membrane fine, ondulée, laissant entre elles des méats plus importants vers le centre. Au voisinage du faisceau médian, la taille des cellules est beaucoup plus considérable vers la face dorsale ou ventrale, elles sont plus petites et un peu arrondies. Dans les ailes, on voit, vers la périphérie, des colonnes isolées, allongées perpendiculairement à l'épiderme, l'espace restant est couvert par des éléments formant un parenchyme lâche. Tous les faisceaux atteignent un développement beaucoup plus grand que chez l'échantillon de plein air, de même époque. Au sommet et à la base de chaque faisceau, on voit un paquet de cellules identiques, régulières, polyédriques, ce sont des cellules de soutien qui n'ont pas encore épaissi nettement leur membrane, sauf à leurs angles. Le liber est sous forme de petits flots isolés les uns des autres ou réunis par un mince filet d'éléments libériens. Le bois occupe une large partie du faisceau, ses files de vaisseaux sont longues, leur canal est grand, leur paroi mince. Souvent les vaisseaux de deux files voisines s'accolent. Les cellules du bois sont peu nombreuses et étroites. Au-dessus des faisceaux, il y a un canal sécréteur à lumière largement ouverte et ronde, les cellules bordantes sont longues et plates. Dans le parenchyme, on remarque de place en place des taches petites et assez rares de cellules de faibles dimensions, très serrés l'une près de l'autre, ce sont les amas libériens. Dans son ensemble, le pétiole de serre d'hiver offre un aspect léger par la réduction de l'épaisseur des membranes et par les méats nombreux. La belle saison amène bien peu de transformation. On ne peut guère mentionner que deux modifications, l'une porte sur la partie centrale du pétiole, modification qui fait naître une régularisation des deux ou trois assises périphériques de la face supérieure et inférieure, tout le reste de la surface est couvert par des éléments de grandes dimensions, tels qu'on les a vus en hiver. La seconde modification porte sur les ailes, les colonnes unicellulaires perpendiculaires à l'épiderme se sont rapprochées l'une de l'autre, elles esquissent une bordure rappelant celle qui était nettement affirmée dans les

coupés de janvier de la plante de plein air. Les autres tissus n'ont pas varié.

Une rosette d'érigeron placée dans la serre chaude et humide va évoluer et donnera une morphologie spéciale de ses tissus, morphologie nouvelle provoquée par les conditions extérieures. L'épiderme est formé de cellules à bord externe très courbe. La cuticule est de faible épaisseur. Le parenchyme est constitué par un réseau de cellules où les lacunes ont un développement exagéré, ce qui amène la désorganisation complète de ce tissu. Les faisceaux ont une large surface, ils renferment peu de tissus de soutien ; le bois a de nombreux vaisseaux à paroi mince, disposés suivant des files radiales parallèles à peine séparées l'une de l'autre par d'étroites rangées de cellules du bois. Les cellules bordant les canaux sécréteurs sont plates et limitent un vaste canal arrondi. On peut dire que la vie en serre chaude et humide s'est opposée à toute différenciation, à toute organisation des tissus, dans le pétiole de l'érigeron.

Limbe

Plein air. — Il suit un développement normal indiqué pour la majorité des échantillons étudiés. En janvier, l'épiderme de la plante de plein air a une cuticule très nettement épaissie sur toute sa longueur. Le parenchyme accuse une répartition normale de ses cellules en tissu palissadique (le plus abondant) et tissus lacuneux offrant un aspect compact. Les faisceaux libéro-ligneux sont peu développés et isolés à la partie médiane du limbe, les tissus de soutien y occupent la plus grande surface. Les nervures ne font aucune saillie, elles ne se distinguent pas du parenchyme. Les canaux sécréteurs sont petits. En été, on retrouve la même structure du parenchyme, mais les lacunes qui se sont créées surtout dans le tissu palissadique donnent un aspect moins dense à la coupe. L'épiderme a subi, lui, une plus forte modification, les cellules de l'épiderme supérieur régulières contrastent avec l'épiderme inférieur dont les éléments sont plus plats et plus étirés, à bord externe ondulé. Les faisceaux, eux aussi se sont modifiés sensiblement, leur surface totale est plus considérable, leur endoderme est formé de cellules régulières assez grandes, les fibres occupent toujours la même surface, mais l'épaisseur de leur membrane a diminué, le tissu libérien s'organise en bande moins large et moins continue. Le bois a augmenté le nombre de ses vaisseaux, cependant son importance reste inférieure à celle des tissus de soutien. Les nervures forment nettement saillie au-dessus de l'épiderme, le dôme qu'elles enlèvent sur la face inférieure du limbe est occupé par un réseau de grandes cellules. Les canaux sécréteurs ont une vaste ouverture, arrondie, leurs cellules bordantes sont longues et aplaties comme dans le pétiole. Les

modifications aux premiers froids vont réorganiser l'isolement des faisceaux dans la nervure principale, par exemple on voit les éléments contigus aux deux faces de l'épiderme se disposer en bordure compacte interrompue seulement sur une très faible longueur, à la partie médiane dorsale et ventrale, de la nervure et ainsi peu à peu se reforme la structure étudiée dans l'échantillon de janvier.

Dans la *Serre* tempérée, le limbe subit peu de variations au cours des différentes saisons. En hiver la cuticule de l'épiderme est à peine marquée. Le parenchyme est formé par des cellules de taille et de forme peu différentes, des lacunes fréquentes séparent les cellules. Les faisceaux libéro-ligneux occupent une surface assez grande, à leur intérieur les cellules de soutien, le tissu libérien ont des éléments à membrane peu épaisse, le bois au contraire a de gros vaisseaux et peu de cellules ligneuses. Les nervures forment des dômes sur la face inférieure du limbe, dôme que remplissent de grandes cellules irrégulières à membrane mince. Puis dans les mois suivants, les cellules du parenchyme s'organisent en deux catégories de tissus d'orientation un peu différente ; l'un a des éléments allongés, perpendiculaires à l'épiderme supérieur, l'autre s'agence en travées unicellulaires qui dessinent un réseau où les lacunes sont nombreuses. C'est en quelque sorte une ébauche de disposition normale du parenchyme foliaire mais les lacunes restent toujours trop développées pour permettre l'établissement d'une structure parfaitement régulière en tissu lacuneux et palissadique. A toute époque, l'épiderme sur ses deux faces a des éléments irréguliers, dont le bord externe est ondulé, le tissu adjacent à l'épiderme inférieur, dans cette portion où les lacunes sont plus nombreuses, occupe la plus grande partie de la largeur totale du limbe. Dans les canaux sécréteurs, les cellules bordantes sont toujours plates et leur canal largement ouvert.

Une coupe transversale du limbe d'érigeron développé dans la serre chaude et humide offre la structure suivante : l'épiderme dessine un contour très ondulé, la cuticule est extrêmement faible, le parenchyme est constitué par des cellules semblables. Les nervures sont marquées par les convexités qu'elles forment au-dessus de l'épiderme, leur faisceau libéro-ligneux est de grande taille, le tissu ligneux y prédomine. Les canaux sécréteurs sont bien développés. Les membranes cellulaires des différents tissus (même des fibres) sont minces. Les nouvelles conditions de vie déterminées par la serre amènent donc une non-différenciation des éléments et l'absence d'organisation dans les tissus, conclusions à laquelle nous avait déjà conduit l'étude du pétiole d'érigeron prélevé sur une rosette développée dans la « Serre des Palmiers. »

Dans les coupes d'organes provenant des différents mi-

lieux ; plein air, serre tempérée, serré chaude, on voit des cristaux dont les variations en quantité et dimensions sont régies par la règle générale indiquée précédemment pour les sécrétions.

Les variations de structure des organes de l'érigeron prélevés dans les différents milieux de culture sont dans leurs grands traits identiques à celles données au sujet de *Taraxacum Dens-léonis* et de *Lampsana communis*. Comme dans tous les échantillons étudiés, les organes de l'érigeron développé au plein air, en hiver, sont de structure compacte déterminée par l'épaississement des membranes (épaississement encore plus accentué dans les assises périphériques) et par la disposition régulière et serrée des éléments du parenchyme (à la partie inférieure des faisceaux libéro-ligneux surtout). Dans le pétiole comme dans le limbe de cet échantillon, les tissus de soutien sont prédominants. En été, les membranes cellulaires s'amincissent, les plages de cellules régulières accumulées de part et d'autre des faisceaux libéro-ligneux ont disparu, les méats intercellulaires se sont développés. Quant à l'érigeron de serre tempérée, il présente les caractéristiques de ce milieu, épiderme non renforcé, membranes cellulaires minces, bois à larges vaisseaux, disposition régulière des éléments du parenchyme, il est à remarquer que dans le limbe d'érigeron, le parenchyme prend parfois des travées d'un aspect plus filiforme que celui constaté dans le limbe de *Taraxacum* ou de *Lampsana*. Enfin l'érigeron cultivé en serre chaude et humide acquiert une structure réticulaire dans laquelle les membranes cellulaires sont extrêmement ténues. Il faut remarquer que malgré toutes les analogies qu'on peut établir entre la morphologie du pissenlit et de la lamsane d'une part, et celle de l'érigeron d'autre part, ce dernier possède quelques variations propres : ainsi son pétiole au plein air, comme dans la serre, est prolongé par des ailes. Les ailes doivent se constituer si elles veulent résister aux changements de température, une protection externe. 2° Au lieu de laticifères, l'érigeron possède des canaux sécréteurs dont le calibre est petit dans la plante de plein air d'hiver, assez grand dans la même plante d'été, et toujours grand dans la plante de serre, quelle que soit la saison. Les cellules bordant le canal sécréteur suivent les variations indiquées pour ce genre de cellules dans le *Sanicula europæa*, le *Pétroselinum sativum*.

LAMPSANA COMMUNIS L (*Composées*)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Pendant toute la période d'hiver, les feuilles de lamsane cultivée en plein air, roulent leurs bords vers l'axe du limbe,

tandis que les feuilles de la plante de serre ou celles du plein air d'été sont toujours planes. Il semble donc que ce soit là un mode de préservation contre le froid. Dans les deux séries d'expériences, les limbes portent à leur face supérieure des sortes de papilles, mieux accentuées chez l'échantillon de plein air à la saison froide. Les poils sont plus drus en hiver sur la lampsane de plein air. La feuille de *Lampsana communis* possède un limbe composé de plusieurs lames foliaires dont la plus importante est au sommet et suivie d'autres petites expansions disposées de part et d'autre et symétriquement sur l'axe du limbe. A toute époque, sur la plante de serre (où elles sont plus nettement perpendiculaires à l'axe de symétrie de la feuille), on mesure toujours une certaine longueur entre ces lames foliaires (4 à 9 mm.), elles sont toujours très rapprochées l'une de l'autre. A la période estivale seulement ces différentes parties du limbe s'écartent (longueur qui les sépare, 1 à 4 mm.). Les dents du limbe de serre sont toujours plus rapprochées et plus accentuées que sur la plante de l'autre série d'expériences. Quant au pétiole, il prend des « ailes » développées et amincies dans la serre. Comme le *Taraxacum Dens-léonis*, le *lampsana* offre un aspect de rosette au plein air, qui dure jusqu'aux beaux jours où les pétioles se relèvent en même temps qu'on peut constater une augmentation de la surface foliaire. Sur l'échantillon de serre, on observe un mouvement inverse, un abaissement des feuilles en été. Les variations de position sont ici moins excessives que chez le pissenlit, ce qui explique la moins grande différenciation qu'on va observer dans les tissus.

MORPHOLOGIE INTERNE

Pétiole

Plein air. — En hiver, la forme générale et la texture du pétiole sont trapues. La protection est assurée à la périphérie par l'épiderme muni d'une cuticule marquée, ses éléments sont réguliers et épaissis sur toutes leurs faces. Dans la partie ventrale les cellules épidermiques sont plus hautes qu'ailleurs. La membrane médiane, entre cette première assise et la couche sous-épidermique, est forte. Le sous-épiderme possède beaucoup de ressemblance dans sa forme et ses dimensions avec l'épiderme auquel il est étroitement accolé. Le parenchyme dans tout son ensemble a un aspect compact, les méats y sont rares. Les cellules du parenchyme se disposent concentriquement autour de chaque faisceau. En outre, une traînée de cellules va de l'un à l'autre, semblant unir ainsi tous les faisceaux entre eux par une sorte de triangle. Le liber et surtout les amas de cellules fibreuses situés à la partie supérieure et inférieure des faisceaux prennent une place pré-

pondérante. Le bois possède des files de vaisseaux toujours séparées l'une de l'autre par des cellules ligneuses. Les laticifères sont peu nombreux. Le parenchyme central présente des amas fréquents de liber. Les expansions ou ailes du pétiole sont courtes et larges occupées par des cellules serrées, renforcées dans les assises externes. La chlorophylle est condensée dans les assises périphériques du pétiole. Des stomates sont visibles à la partie ventrale et les poils sont formés par plusieurs rangées de cellules plus nombreuses vers l'attache du poil.

Les transformations qui amèneront la structure de la période d'été vont s'effectuer sur l'assise sous-épidermique qui tend à prendre des cellules plus hautes, sur les cellules du parenchyme dont quelques-unes ondulent leur membrane ; mais ces modifications sont surtout visibles sur les faisceaux libéro-ligneux qui s'étalent plus largement et dans les expansions du pétiole dont les cellules ont une membrane plus mince où vient s'accoler la chlorophylle. C'est ainsi qu'en été, le pétiole de la lampsane développée au plein air, présente l'aspect suivant : épiderme à faces encore un peu épaissies, mais ces éléments ne présentent aucune différence de taille dans les régions dorsale ou ventrale comme cela se passait dans la période d'hiver. Le sous-épiderme prend les caractères du parenchyme dont les cellules sont de taille et de forme irrégulières, mais n'affectent plus de disposition en triangle ou concentrique aux faisceaux. Dans ceux-ci, le bois a gagné en surface, ses vaisseaux sont plus larges, ses cellules plus étroites. Au dos du liber, les éléments de soutien gardent encore une importance réelle, mais leur paroi est un peu plus mince. Dans la moelle, les îlots de liber ont diminué ; les ailes se sont amincies et ne possèdent plus aucun épaississement dans leurs assises périphériques. Contrairement à ce qui avait été constaté dans les premiers mois de l'année, la chlorophylle se dissémine dans toutes les assises, elle gagne la périphérie des cellules. Les stomates se répartissent un peu sur toute la surface de l'épiderme, leur chambre sous-stomatique occupe une certaine surface. Le retour à la forme d'hiver se traduit par un alourdissement de l'aspect et du contour général. Les tissus serrent, épaississent leurs éléments, les tissus conducteurs diminuent.

Si nous examinons un pétiole de *Lampsana communis* développée dans la *Serre* tempérée, au mois de janvier, il montre un ensemble léger, des dimensions supérieures à celles de la plante de plein air de même époque. L'épiderme à cellules rectangulaires se différencie nettement du sous-épiderme qui a l'allure du parenchyme. Celui-ci est formé de cellules assez grandes, laissant des méats ; contre leur membrane ondulée et mince, vient se disposer la chlorophylle. Les faisceaux ont, sur une section transversale, une forme

étalée. Les parois des fibres, qui se développent à la partie supérieure et en très petits amas à la partie inférieure du faisceau, sont minces. Le bois a des files de vaisseaux nombreux et gros, qui s'accolent souvent, les cellules du bois sont étroites. Les stomates nombreux sont indifféremment répartis sur toute la surface épidermique. Les poils sont constitués par deux rangées de cellules effilées et parallèles sans base élargie. Les assises épidermique et sous-épidermique parviennent à avoir quelque affinité entre elles. Les cellules du parenchyme, en se régularisant, diminuent leurs dimensions. La chlorophylle gagne quelques assises superficielles. Les fibres ont un peu mieux développé leur surface et leur paroi, le bois a des cellules plus larges. Les ailes sont moins accentuées. Puis ces caractères rappelant ceux de la plante de plein air s'atténuent rapidement, on retrouve alors la structure décrite aux premiers mois pour l'échantillon de serre. Cette période de transition est très nette, pour les poils par exemple on peut voir à côté de poils à base assez large, témoins de la période d'été, des poils effilés déjà remarqués sur une lampane de serre en hiver.

Limbe

Plein air. — On assiste à des modifications de structure déjà observées chez le pissenlit.

A la saison des froids, l'épiderme a une cuticule marquée particulièrement aux extrémités, les deux faces ont une allure différente. Le parenchyme formé de cellules serrées et pouvant se grouper en deux catégories nettement différentes comme forme et comme orientation donnent au limbe un aspect compact mais normal puisqu'on y distingue les tissus palissadiques et lacuneux. La chlorophylle se condense plutôt dans les assises palissadiques. Les cellules vont par la suite se séparer par des espaces et le tissu lacuneux prendra un aspect très ajouré et dessinera par la disposition de ses cellules des travées courtes. Les tissus conducteurs et de soutien des faisceaux libéro-ligneux (qui se sont rapprochés de la périphérie) et les amas fibreux du parenchyme varient comme chez le pissenlit. C'est aussi la même rétrogradation qui ramène la structure d'hiver du limbe.

Dans une feuille de lampane cultivée en *Serre*, l'aspect du limbe est au début réticulaire, sans différenciation des tissus. On observe une assise plus ou moins continue et perpendiculaire à l'épiderme, mais il n'y a jamais de travées aussi filiformes que celles décrites chez le pissenlit. Ceci s'explique par le port des feuilles de lampane ; en effet quoique dressées, elles ne sont jamais aussi verticales que celles du *Taraxacum Dens-léonis* de serre. Les lacunes se sont fortement réduites dans les mois antérieurs, permettent une organisation des éléments, le parenchyme lacuneux arrondit un

peu ses cellules. On aurait une disposition presque normale si le tissu palissadique allongeait d'une manière plus régulière et plus constante, ses cellules dont la première assise est perpendiculaire à l'épiderme. Le bois dans les faisceaux qui sont toujours bien développés, reste le mieux représenté. Les fibres et le liber augmentent un peu d'importance dans la période chaude. Les espaces nombreux et larges réapparaissent bien vite, désorganisant les tissus, de nouveau, après quelque temps, on a une structure comparable à celle étudiée sur les premières coupes d'hiver et provenant de la plante de serre.

La nervure principale dans les deux milieux accuse les mêmes variations que celles indiquées pour le pissenlit.

En somme, on peut voir que les conditions de vie différentes et les variations saisonnières déterminent les mêmes transformations à l'intérieur des tissus du pissenlit et de la lamsane. Dans l'une et l'autre plante, on observe une structure différente pour les échantillons, des deux milieux, recueillis à une même époque. Il faut remarquer néanmoins que, dans la lamsane la forme réticulaire des tissus n'est jamais aussi prononcée que chez le pissenlit. Le limbe de la lamsane de serre montre toujours une assise qui rappelle le tissu palissadique, ceci tient à la position des feuilles de cette espèce cultivée en serre, leur pétiole est dressé, mais jamais franchement vertical comme cela se réalise pour le pissenlit. En été, par un mouvement d'abaissement des péduncules foliaires, les feuilles prennent une position où les faces supérieure et inférieure sont dans des conditions d'éclairage différentes, ce qui explique l'augmentation et la disposition en palissade plus nette du limbe de *Lampsana communis*. Cette disposition est toujours très furtive et n'ébauche qu'imparfaitement la structure des feuilles de rosette d'hiver récoltées au plein air.

CRYOSCOPIE

Nous avons vu que les végétaux présentaient dans leur structure des adaptations anatomiques en rapport avec les différentes saisons et les différents milieux. Mais ces modifications portaient toutes sur la morphologie des tissus, et, par une étude anatomique, on ne peut savoir ce qui se passe dans le protoplasme. Je me suis donc proposé de rechercher comment le suc cellulaire se modifie sous l'influence de la variation des conditions externes. Avec la méthode employée j'ai obtenu une solution saline étendue (de suc cellulaire) caractérisée par l'abaissement de la tension de vapeur, l'élévation du point d'ébullition, l'abaissement du point de congélation et la pression osmotique, phénomènes qui dépendent en grande partie de la concentration. La pression osmotique est égale à la somme des pressions exercées d'une part par les molécules dissoutes (chaque corps agissant comme s'il était seul) d'autre part par la pression des molécules du dissolvant, le point de congélation étant lui-même fonction de ces valeurs on voit de suite qu'un lien doit unir point de congélation et pression osmotique. Il y a cependant une objection immédiate qui se présente à l'esprit : les cryoscopies et les déterminations de pression osmotique s'appliquent toujours à des solutions dont le sel est connu, le suc cellulaire est-il analogue à ces dissolutions ? D'après Maquenne (17), l'établissement du point de congélation et de la pression osmotique n'exigent pas la connaissance préalable de la constitution exacte des sucS végétaux, d'ailleurs cette connaissance est impossible en raison de sa grande complexité. Qu'est-ce donc que la cryoscopie ? Toute substance dissoute dans un liquide abaisse le point de congélation de ce liquide. Blagden, en 1788, a montré que l'abaissement du point de congélation est proportionnel au poids du corps dissout. Rudorff fit remarquer que pour certains sels, l'abaissement du point de congélation croît plus rapidement que le poids de la substance dissoute. Enfin, Raoult, en 1882, établit la loi qui avait échappé jusque là, cette loi est dite loi de cryoscopie.

La cryoscopie a^e reçu son application dans le monde végétal. Sutherst (25), en établissant le point de congélation du suc cellulaire extrait de différentes plantes, vit que ce point est inférieur à 0°, il en conclut le premier que de l'augmentation de la pression osmotique, résulte une résistance aux abaissements de température. Cavara (8) et Fitting établirent que le point de congélation est spécifique pour chaque espèce et que les plantes xérophytes résistent à la transpiration excessive par une augmentation de leur pression osmotique. A la même époque, Marie et Gatin (18) démon-

trèrent que les plantes de montagne possèdent un point de congélation inférieur à celui des mêmes espèces récoltées en plaine. Ici il est à remarquer que les conditions dans lesquelles elles ont été effectuées ne sont peut-être pas très favorables. Les échantillons de montagne étaient recueillis, pesés, envoyés dans des boîtes fermées, et, après le voyage, étaient seulement soumis à l'expérience. La récolte, l'entassement des plantes peuvent amener certaines lésions, la durée du transport détermine une évaporation partielle de la vapeur d'eau de constitution, il peut résulter de tout ceci des phénomènes d'hydrolyse (produisant des dédoublements en des corps plus simples), d'oxydation, d'ionisation pouvant influencer sur la valeur du point de congélation. Dans ces dernières années, A. Spraecher (21-22) a publié quelques déterminations cryoscopiques sur des sucres de tabac appartenant à des espèces saines et d'autres attaquées par la maladie nommée « mosaïque », puis sur des sucres végétaux de plantes à variétés à feuilles vertes, panachées ou diversement colorées (jaune, brun, rouge). Il en a conclu que dans les feuilles panachées, rouges, jaunes, la pression osmotique était plus faible que dans les feuilles vertes et que cette pression est plus rapidement influencée par l'humidité que par la lumière ou la chaleur.

Cette méthode cryoscopique peut-elle donner des résultats dans le cas de la comparaison entre sucres cellulaires d'une plante croissant au plein air et dans une serre tempérée ? C'est ce que j'ai essayé de déterminer dans quelques séries d'expériences effectuées à différentes époques.

Préparation des sucres cellulaires. — Les plantes récoltées étaient immédiatement découpées finement et projetées dans l'eau distillée bouillante pour tuer les cellules par coagulation des albumines et détruire les diastases hydrolysantes qui auraient pu se former. Après quelques minutes d'ébullition, on pilonnait les fragments de façon à obtenir une dilacération aussi complète que possible. De nouveau, débris et jus étaient portés à l'ébullition pour faire passer en solution dans l'eau chaude tout ce qui avait été libéré par le broyage des cellules. Le volume total était mesuré après refroidissement. Puis le point de congélation était déterminé. Le cryoscope avec lequel nous avons opéré était un appareil à éther ou à sulfure de carbone construit sur le même principe que le « Claude et Balthazard ». Mais, alors que pour faire une mesure avec ce dernier il faut 1 heure ou 1 heure et demie, qu'il faut dépenser une quantité d'éther voisine de 200 cc, avec l'appareil nouveau que nous avons utilisé, la surfusion ne dépasse jamais 1° (ce qui est une condition essentielle d'une bonne cryoscopie) le temps nécessaire pour obtenir la congélation du liquide est d'environ 10 à 15 minutes et la quantité d'éther utilisée varie entre 20 et 25 cc (on peut

se procurer ce cryoscope à la maison Adnet, rue Vauquelin, Paris).

Les sucS cellulaires obtenus étaient plus ou moins visqueux. Ceux provenant des plantes de serre ont une apparence plus fluide, une coloration d'un vert moins accentuée que les sucS d'échantillons de plein air. Quant au poids des feuilless, il est très différent dans les deux milieux, pour un même poids on compte un nombre beaucoup plus considérable de feuilles de serre que de feuilles de plein air (pour 1, g. 5, on compte 21 feuilles de plante de plein air et 40 de celles de serre). Dans toute détermination cryoscopique, on observe une surfusion, cette surfusion existe-t-elle dans la plante vivante ? Oui, mais c'est un phénomène purement physique qui n'est pas lié à la concentration du suc cellulaire, ni aux conditions vitales. La mort de la plante n'abaisse que très peu le point de surfusion. Quand la surfusion cesse dans le suc cellulaire sur lequel on expérimente, le mercure du thermomètre remonte et se fixe, il indique alors le point de congélation Δ . Voici les résultats de quelques déterminations cryoscopiques :

Cirsium lanceolatum

	Pds frais en gr.	Pds sec en gr.	Eau %	Dissolut. en cc.	Δ en °	Δ p. 10cc. de sol.
Mars plein air	8,209	0,932	88,64	80	+ 0,05	+ 0,400
» serre	7,499	0,510	93,19	64	+ 0,03	+ 0,192
Août plein air..	7,015	1,138	83,77	110	+ 0,02	+ 0,220

Bellis perennis

Mars plein air..	2,792	0,466	83,30	59	+ 0,04	+ 0,236
» serre	0,913	0,076	91,67	25	+ 0,04	+ 0,100
Août plein air..	2,402	0,240	90,008	58	+ 0,03	+ 0,174
Novemb. pl. air	4,516	0,755	83,25	55,5	+ 0,05	+ 0,277

Erigeron canadensis

Mars plein air..	1,906	0,302	84,15	51	+ 0,02	+ 0,102
» serre	0,924	0,119	87,12	27	+ 0,01	+ 0,027
Août, plein air	1,032	0,298	71,12	49	+ 0,01	+ 0,049
Novemb. pl. air	2,160	0,403	81,34	56	+ 0,03	+ 0,168

Taraxac. D.-léonis

Mars plein air..	4,106	0,598	85,43	68	+ 0,03	+ 0,204
» serre	1,335	0,133	90,09	39	+ 0,01	+ 0,039
Août plein air..	4,420	1,23	72,17	64	+ 0,01	+ 0,064
Novemb. pl. air	3,533	0,622	82,39	65	+ 0,04	+ 0,260

Chélidonium majus

Mars plein air..	9,815	1,012	89,69	78	+ 0,04	+ 0,312
» serre	2,206	0,203	90,79	53	+ 0,02	+ 0,106
Août plein air..	4,400	0,467	89,38	84	+ 0,02	+ 0,168
Novemb. pl. air	6,326	0,696	88,99	62	+ 0,05	+ 0,310

Connaissant le point de congélation, peut-on déterminer quelqu'autre caractéristique du suc cellulaire ? Nous avons déjà vu quelles relations unissaient point de congélation et pression osmotique, il existe en outre des formules qui permettent de calculer la pression osmotique si le point de congélation est connu, formule très appréciée car la détermination du point de congélation est infiniment plus simple que celle de la pression osmotique. Voici cette formule :

$$\text{Pression osmotique} = \frac{\Delta}{1,85} \times 22,32 = 12,06 \Delta$$

Δ = point cryoscopique.

1,85 = abaissement moléculaire d'une molécule en solution aqueuse.

22,32 = pression donnée par une molécule gramme, développée dans un volume d'un litre.

Il résulte de ceci que la pression osmotique est toujours plus grande pour la plante de plein air que pour celle de serre. Que cette pression est variable au cours de l'année, plus forte en hiver et en automne, elle s'abaisse en été. On se rappelle d'autre part que dans les échantillons de serre les vaisseaux du bois en coupe transversale sont plus larges, plus nombreux que ceux de la plante correspondante de plein air, il serait donc possible de se rendre compte de la quantité de sève brute qui est puisée par chaque groupe de ces végétaux, ceci en appliquant la formule de Poiseuille.

$$Q = \frac{P D^4}{L} \times \text{constante}$$

P = Pression osmotique.

D = Diamètre du vaisseau.

L = Longueur du vaisseau.

La pression osmotique est faible pour les plantes de serre, la longueur de leurs vaisseaux est grande, ce qui contribue à abaisser la valeur de Q. Mais le diamètre compense déjà cette infériorité, en outre il faut considérer le nombre des vaisseaux, et Q sera d'autant plus grand que le nombre des vaisseaux sera plus élevé. Ainsi pour l'érigeron, on a :

Plein air. — pression osmotique = $0,102 \times 12,06 = 1,330$

Serre » = $0,027 \times 12,06 = 0,325$

$$Q = \frac{P \times D^4}{L} \times \text{nombre de vaisseaux}$$

$$\text{Plein air } Q = \frac{1,33 \times 10^4}{3,3} \times 16 = 64,484.$$

$$\text{Serre } Q = \frac{0,325 \times 15^4}{5,1} \times 30 = 74,665.$$

D'où il résulte que la quantité de sève brute est plus considérable pour la plante de serre. Cette conclusion vient à l'appui de la notion de sève abondante, mais peu concentrée en sels que des constatations précédentes avaient déjà établie.

On voit donc que :

1° Le point de congélation est variable pour chaque espèce, que pour une même espèce suivant la saison et le milieu il varie ;

2° Que le point de congélation (ramené à un même volume de solution), de même que la pression osmotique sont toujours plus grands pour les plantes de serre que pour les échantillons de plein air ;

3° Que la dilution du suc cellulaire est plus élevée dans la plante de serre ;

4° Ce sont les plantes qui assimilent le plus (les plus vertes, donc celles de plein air) qui ont le taux le plus élevé en résidus secs donc le point de congélation le plus bas.

Une concentration variable de la teneur en sels du suc cellulaire amènerait un abaissement plus ou moins grand de son point de congélation et constitue ainsi une adaptation physiologique au milieu de culture, adaptation parallèle aux adaptations anatomiques décrites précédemment.

RESUME GENERAL ET CONCLUSIONS

I. — MORPHOLOGIE EXTERNE

La morphologie externe est fonction du milieu. Les plantes de plein air sont trapues, rigides, turgescentes. Reprenant au point de vue de la morphologie externe, j'indiquerai dans le tableau suivant les différences présentées par les plantes cultivées à Paris, comparativement au plein air et en serre tempérée.

NOVEMBRE-FÉVRIER

	Plein air	Serre
Organes	Trapus, rigides.	Grêles, non rigides.
Entre-nœuds	Réduits (souche en rosette).	Longs (souche non en rosette).
Feuilles	Petites, épaisses.	Grandes, minces.
Dispositions protectrices des feuilles	1° Limbe plié suivant la nervure principale ; 2° Bords roulés vers la face supérieure ; 3° Limbe en forme de parasol	Pas de dispositions protectrices, limbe étalé.
Poils	Drus, trapus (parfois formant duvet).	Peu nombreux, grêles.
Coloration	Foncée.	Pâle.

Variations réalisées dans la période Mars-Septembre :

Entre-nœuds	Longs (évanouissement de la rosette).	Peu de changements.
Feuilles	Plus grandes, moins épaisses qu'en hiver.	Légère augmentation de toutes les dimensions.
Limbes	Étalés.	
Poils	Moins nombreux, grêles.	

Chez les plantes de plein air, le pétiole est toujours peu incurvé sur sa face ventrale, la gouttière, quand elle existe, est toujours bien ouverte. Cette disposition est due à la plus forte turgescence existant dans les cellules, de plus, la cuticule plus importante chez ces échantillons empêche l'épanouissement des cellules aussi bien en largeur qu'en longueur. En serre, tout au contraire, les végétaux ont un épiderme aussi élastique qu'une assise de cellules à parois cellulósiques, ce qui permet l'expansion des assises cellulaires sous-jacentes.

II. — MORPHOLOGIE INTERNE

NOVEMBRE-FÉVRIER

	Plein air	Serre
Cuticule	Collenchyme fort.	Tendance à collenchyme.
Cellules		
épidermiq.	Petites, régulières.	Taille et forme irrégulières.
Membrane		
épidermiq.	Droites.	Ondulées.
Stomates	Peu nombreux.	Nombreux.
Ass. sous-épidermiq.	Épaisse.	Mince ressemble aux assises sous-jacentes.
Membrane commune à l'épid. et au sous-épid.	Épaissie.	Non épaissie.
Cellules corticales ou parench.	Petites, sans méats (forte turgescence).	Grandes, méats, memb. ondulées (faible turgescence).

Parenchyme foliaire	Nettement réparti en t. palissadiq. et t. lacuneux (t. paliss. est le plus abondant).	Peu différencié en t. lacuneux et paliss. (t. lacuneux est le plus abondant).
Dispositions protectrices du parench.	1° En plages de cell. serrées en face des faisceaux. 2° En. couches concentriques autour des faisceaux. 3° Ass. périphériques seules épaissies.	Aucune disposition protectr.
Chlorophylle	Localisée dans les ass. périphériques. Grains petits, nombreux.	Se dissémine sur un grand nombre d'ass. Grains assez gros, peu nombreux.
Eléments libériens	Abondants.	Peu abondants.
Bois	Vaisseaux peu nombreux, petit calibre, parois épaisses.	Vaisseaux nombreux, large calibre, paroi mince.
Cellules sécrétrices-sécrétion	Peu abondantes.	Abondantes.

MARS-SEPTEMBRE

	Plein air	Serre
Cuticule	Collenchyme réduit.	Mêmes caractères qu'en hiver, avec une disposition pl. régulière des éléments.
Ass. sous-épidermiq.	Mince.	
Membrane commune à épider. et sous-épider.	Mince.	
Cellules corticales ou parench.	Assez grandes, méats.	
Dispositions protectrices du parench.	Moins nettes qu'en hiver, souvent même absentes.	
Bois	Vaiss. plus nombreux qu'en hiver, calibre un peu plus large, paroi un peu plus mince.	
Cellules sécrétrices-sécrétions	Plus nombreuses qu'en hiver.	

Dans les plantes de plein air, les cellulose à tanins présentent une variation propre : elles se montrent toujours plus nombreuses. Cette contradiction, avec la règle générale des sécrétions n'est qu'apparente ; les tanins sont des produits photosynthétiques, il est naturel qu'ils s'élaborent plus abondamment dans les plantes de plein air qui reçoivent la lumière avec toute son intensité. Le nombre réduit des sécrétions, en particulier la présence de laticifères peu nombreux seraient témoins d'une activité physiologique ralentie. Au printemps, ces plantes de plein air reprenant une vie plus active, édifieront des organes de sécrétion plus nombreux.

3. — CONCLUSIONS

Notre étude des plantes à rosettes développées au plein air et en serre montre tant au point de vue externe que de l'anatomie des structures différentes, et met en évidence des actions de la lumière, de l'humidité et de la température. Ce dernier facteur est le plus puissant. Au plein air, l'alternance brusque des températures nocturne et diurne agissant sur les plantes, entraîne la nécessité d'une protection externe et interne réalisée de manières différentes suivant la plante examinée ; cette protection est évidemment plus intense en hiver qu'aux autres saisons. Pour les végétaux de ce milieu, l'hiver marque une période de repos : l'accroissement des organes est réduit, la plante est comme figée, tandis que les plantes développées dans la serre tempérée — où la température est constante ont en quelque sorte une vitalité ininterrompue, ils croissent sans jamais créer de protection qui leur serait superflue. Leur structure est à peu près identique d'un bout à l'autre de l'année. Dans une plante d'été, de plein air ou

dans une de serre, on a pu constater une protection ébauchée (protection superflue) on doit l'attribuer à l'atavisme, à l'hérédité à laquelle nous reviendrons à la fin de ces conclusions. Ainsi donc, d'après l'épaisseur plus ou moins considérable de leurs parois cellulaires, d'après la protection plus ou moins apparente de leurs organes, les végétaux pourraient servir d'indicateurs de la température ambiante et jouer le rôle de thermomètre enregistreur, puisqu'à des périodes de froid correspondent des épaississements des membranes, des protections spéciales.

La lumière est la cause de certaines divergences que présentent les plantes de plein air ou de serre. A une lumière intense correspondent généralement, une coloration franchement verte des organes (coloration due à l'abondance et à la disposition excentrique des grains de chlorophylle) un tissu palissadique à nombreuses assises, tandis que l'accroissement des entre-nœuds est retardé, c'est le cas de la plante de plein air. Pour celles de serre, il y a un « étiolement vert », une coloration vert-jaunâtre des organes, peu de chlorophylle, entre-nœuds espacés largement.

Un degré hygrométrique élevé de l'atmosphère augmente dans les tissus l'importance des méats intercellulaires, ces derniers arrivant parfois même à se fusionner en de véritables lacunes ; ou bien ces espaces intercellulaires peuvent se glisser entre les éléments et créer des méats dans des tissus qui à l'air sec, sont parfaitement compacts. La « Serre des Palmiers » est un milieu sursaturé d'humidité, la serre tempérée possède un degré hygrométrique toujours assez élevé, au plein air l'humidité est variable mais toujours beaucoup moins considérable que dans les précédents milieux. Par ces différences s'expliquent

l'abondance des espaces intercellulaires dans le premier cas (en liaison avec le mouvement intense des réserves d'eau) et leur développement plutôt restreint dans le troisième.

On peut donc dire que des conditions externes de même nature, agissant sur différentes plantes amènent des modifications anatomiques comparables, de telle sorte que des espèces éloignées au point de vue de la classification pourront présenter des convergences déterminées par des conditions vitales identiques. C'est pourquoi dans la détermination des espèces, il ne faut pas toujours se fier exclusivement à l'anatomie puisque cette dernière est fonction du milieu. Des variations du milieu extérieur déterminent parfois, dans l'aspect externe des échantillons, de profondes modifications auxquelles ne correspondent pas toujours des modifications anatomiques, aussi profondes. Enfin, d'une façon générale, si un végétal veut résister à la mauvaise saison il lui faut diminuer sa vitalité, posséder une phase de repos pendant laquelle il doit se munir d'une structure spéciale assurant la protection de ses tissus, il doit élaborer des sucres cellulaires capables de résister au gel, grâce à l'abaissement de leur point de congélation. Ainsi donc, au point de vue horticole, la culture en serre, par ses conditions constantes d'éclairement, d'humidité, de température, crée des espèces de belle apparence robuste, mais ne possédant en réalité aucune résistance à opposer aux variations du milieu extérieur. On sait avec quelle facilité ces plantes gèlent, meurent dès les premiers froids. Pour obtenir des espèces capables de garder un aspect vigoureux malgré les mauvaises conditions extérieures, il faudrait habituer ces végétaux à une vie plus rude, créer en eux (par exemple en les soumet-

tant progressivement à des alternances brusques de température) une adaptation qui leur permettrait de résister.

J'ai constaté parfois (dans une proportion d'environ 3 sur 10) que la morphologie externe accuse de très grandes divergences dans les différents milieux de culture et aux différentes saisons tandis que l'anatomie est peu modifiée. J'ai été amenée de même à remarquer que des variations semblables des mêmes facteurs n'influent pas d'une façon identique sur toutes les plantes. Ainsi, il arrive que certaines plantes cultivées en serre protègent leurs organes, leurs tissus, bien que la protection soit ici superflue ; ou bien dans des végétaux développés en été, au plein air on peut voir des épaisissements des membranes cellulaires, moins considérables sans doute qu'en hiver, mais cependant visibles. A quoi attribuer ces divergences C'est une question que je me suis proposée de résoudre dans une étude future.

En résumé, les plantes à rosettes étudiées possèdent un pouvoir immédiat d'adaptation au milieu. Pour elles la vie en serre avec ces conditions presque invariables de température, humidité, lumière, détermine une morphologie externe et interne différente de celle présentée par des échantillons de la même espèce recueillis au plein air, à la même époque, car dans ce milieu les conditions extérieures sont variables. De plus, la plante de serre subit comme un arrêt de développement et paraît stabilisée dans un stade infantile, par la réduction des couches de formation secondaire du parenchyme libérien, par la non différenciation dans la gaine des faisceaux libéro-ligneux (endoderme, péricycle peu apparents). Localement, on a désagrégation des tissus (surtout parenchyme lacuneux) en liaison certaine avec les

mouvements de réserve d'eau. Les organes de sécrétion au contraire suivent une tout autre règle, ils sont toujours plus abondants chez la plante de serre et à toute époque. Mais il faut en outre considérer que la vie des végétaux est limitée d'une part par l'hérédité, d'autre part par l'adaptation au milieu et entre ces deux bornes la plante peut se créer une certaine variabilité dans sa morphologie externe et dans son anatomie.

En écrivant ce travail à Gaston Bonnier, je traduis ici mes sentiments de reconnaissance émue à la mémoire du Maître qui, jusqu'à ses derniers moments, n'a cessé de m'aider de ses conseils, de ses encouragements. Ces recherches ont été faites au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, et au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau qu'il dirigeait depuis de nombreuses années.

J'adresse mes remerciements à M. le Professeur Bois, qui m'a autorisée à établir quelques cultures dans les Serres du Muséum d'Histoire Naturelle, au Directeur des Serres, et à son personnel toujours très obligeant.

RESUME DE L'EVOLUTION DE QUELQUES PLANTES

Ce sont des échantillons cultivés eux aussi comparative-ment en serre et au plein air ; mais les modifications qui affectent leurs tissus dans les différents milieux et aux diverses saisons sont beaucoup moins intenses que celles indiquées pour les échantillons étudiés précédemment et paraissent ainsi presque déroger aux conclusions générales données pour ce travail. Examinons par exemple.

Ranunculus repens L (Renonculacées). En hiver, les organes développés au plein air contrastent fortement par leurs petites dimensions, leur rigidité et leurs poils nombreux avec ceux développés en serre, ces derniers étant grands, flexibles, à poils rares. Ces différences macroscopiques accentuées pourraient faire pressentir de profondes divergences anatomiques. Ainsi que le tableau suivant le montrera, ceci n'est pas réalisé.

Pétiole (coupe transversale)

NOVEMBRE-FÉVRIER

	Plein air	Serre
Gouttière ventrale	Largement ouverte.	Assez ouverte.
Epiderme	Cellules régulières, épaissies sur chaque face.	Cellules assez régulières, non épaissies.
Cuticule	Epaisse.	Mince.
Sous-épid.	Tend à ressembler à l'épiderme	Analogue au parenchyme.
Parenchyme	Cellules régulières, méats petits à la périphérie	Cellules assez régulières, méats. petites, arrondies; au centre :
	cellules polygones assez grandes.	Assez gros, rapprochés de l'épiderme, pas de disposition concentrique.
Faisceaux	Petits, situés en profondeur. assises concentriques de paren. autour des faisceaux.	

MARS-SEPTEMBRE

	Plein air	Serre
Epiderme	Cellules régulières, légèrement épaissies.	Comme en hiver. »
Cuticule	Assez mince.	»
Sous-épid.	Semblable au parenchyme.	»
Parenchyme	Cellules polyédriques, taille irrégulière, méats.	Augmentation de l'importance des méats.
Faisceaux	Ont augmenté en nombre et en surface, plus de disposition concentrique.	Comme en hiver. Pas de disposition concentrique.

Limbe (coupe transversale)

NOVEMBRE-OCTOBRE

	Plein air	Serre
Epiderme	Régulier, épaisse cuticule.	Papilleux, mince cuticule.
Parenchyme	Eléments serrés. Tissu palissadique le plus développé.	Eléments peu différenciés disposés en travées, t. lacuneux le plus développé.
Faisceaux	Petits, isolés par ass. parench.	Assez gros, touchent à l'épid.

En été, les différences sont faibles, au plein air, il y a augmentation générale des dimensions des éléments et de l'importance des tissus ; l'épiderme prend parfois des cellules irrégulières.

gulières à bord ondulé, les lacunes sont plus importantes. Pour la renoncule de serre, il y a une ébauche très furtive de régularisation des tissus amenant une structure pseudo-normale du parenchyme foliaire.

En résumé, *Ranunculus repens* possède des tissus peu déformables par les changements de saison ou de milieu. Comme système de protection de la plante de plein air, en hiver, on ne trouve guère qu'un épaissement de la cuticule, un renforcement des faces des cellules épidermiques, et quelques rares assises concentriques aux faisceaux libéro-ligneux. La faible protection des tissus conducteurs pourrait expliquer la migration très apparente des faisceaux vers les régions profondes des organes dès les premiers froids.

Trifolium repens L (Papillonacées)

Peu de différence de port et d'aspect entre les plantes de plein air et de serre.

Anatomie interne :

Pétiole (coupe transversale)

NOVEMBRE-FÉVRIER

	Plein air	Serre
Forme générale	Arrondie, plane du côté ventr.	irrégul., forte gouttière ventr.
Epiderme	Cellules rectangulaires. Cuticule assez mince.	Cellules en feston sur le bord externe.
Parenchyme	Cell. périphériques régulières forment des bandes serrées, pas de méats.	Cuticule mince. Cellules irrégulières.
Fibres et liber	Bien développés. Bandes continues.	Peu développés, fîlots.
Bois	Vaisseaux rares, calibre assez gros.	Vaisseaux nombreux, large calibre.
Moelle	Cell. régulières, petits méats.	Cell. irrégul., méats (lacune centrale).

A la période estivale, les tissus du pétiole de trèfle sont très faiblement modifiés au plein air comme en serre.

Quant au *limbe*, il offre une anatomie interne dont les variations sont celles données pour la majorité des tissus foliaires. Il faut seulement remarquer que toutes les membranes de *Trifolium repens*, développé au plein air et en hiver, sont plus minces que dans tout autre plante. En résumé, le trèfle rampant, n'a jamais d'autre tissu protecteur que la cuticule de son épiderme. Malgré cette faible protection, les variations de température paraissent avoir peu d'influence sur les tissus :

les structures d'un trèfle cultivé dans un même milieu, examinées à diverses époques, sont peu différentes. De même la serre chaude et humide ne produit ni dans le pétiole, ni dans le limbe des désorganisations de couches cellulaires telles qu'on a pu en constater pour d'autres espèces. On peut donc conclure que le *Trifolium repens* possède une faible capacité de variation (plasticité) dans la structure intime de ses tissus, c'est-à-dire que de profonds changements dans les conditions extérieures (éclairage, lumière, chaleur) ne déterminent pas de modifications sensibles dans l'organisation cellulaire.

Luzula vernalis D. C (Joncées)

Les touffes de luzule cultivée en hiver, au plein air, sont compactes ; leurs feuilles petites (7 cm. sur 4 mm.), rigides, à poils nombreux, le plus souvent elles roulent leurs bords vers la partie centrale du limbe. Par contre, en été, le limbe s'étale et affirme de plus grandes dimensions (12 cm. sur 1 cm.). Les feuilles de luzule développée en serre tempérée sont flasques, glabes, grêles (8 cm. 1/2 sur 5 mm. en hiver ; 13 cm. sur 8 mm. en été). Les feuilles dans les deux milieux de culture, plein air et serre, ont une position plus ou moins verticale, dans la serre, elles sont toujours plus dressées qu'en plein air.

Limbe

NOVEMBRE-FÉVRIER

	Plein air	Serre
Epiderme	Epaissi sur toutes ses faces.	Non épaissi.
Parenchyme	Cell. polyédriques serrées.	Cell. polyédriques, méats.
Faisceaux	plus épaissis à la périphérie	Non épaissies.
Bois	qu'au centre	Gros, forme de fuseau.
Fibres	Taille inégale, forme ovale, les plus gros sont moins nombreux, isolés.	Touchent à l'épiderme. Moins abondantes, moins épaissies qu'au plein air.
	Très développées à la partie supérieure et inférieure des	Gros vaisseaux.
	Petits vaisseaux.	

A la belle saison, il y a augmentation générale des dimensions des éléments, de la surface des méats et des tissus conducteurs dans la plante de plein air ; tendance à la régularisation des éléments du parenchyme foliaire pour l'échantillon de serre.

En raison de la direction verticale de la feuille de luzule, on pourrait s'attendre à trouver une symétrie bilatérale des tissus du limbe, puisque les deux faces sont dans des conditions identiques, il n'en est rien. De plus, il est impossible d'établir aucun rapprochement anatomique entre le limbe de

Taraxacum-Dens-léonis et de *Luzula vernalis* qui, en raison du port comparable de leurs feuilles, devraient présenter quelques affinités. Jamais dans la luzule on ne peut constater la structure trabéculaire, filiforme du parenchyme décrite pour le pissenlit. Doit-on attribuer cette différence à la disposition des nervures parcourant le limbe : elles forment un réseau chez le pissenlit et restent parallèles et distinctes chez la luzule ? Il faut plutôt attribuer cette différence de structure à la plasticité réduite que doivent présenter les tissus de la luzule imprégnés qu'ils sont de silice.

En résumé, les échantillons étudiés peuvent être groupés en deux classes : ceux qui possèdent des tissus plastiques et impressionnés dans leur structure, leur morphologie par les variations des agents extérieurs et l'autre catégorie celle des plantes qui réagissent faiblement. Dans des recherches ultérieures, je me propose de déterminer s'il faut attribuer à la seule plasticité des cellules ces différences d'évolution présentées par des végétaux soumis aux mêmes conditions externes.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. — BEDÉLIAN : Influence de la culture en serre sur quelques plantes des environs de Paris. (Thèse Fac. Sc. de Paris, 1904.)
2. — L. BLUM : Modifications des végétaux soumis à la culture en serre. (C. R. Ac. Sc. Paris, 16 avril 1923.)
3. — G. BONNIER : Influence de la lumière électrique continue sur la forme, la structure des plantes. (Rev. génér. bot., 1895, p. 241, 289, 332, 409.)
4. — G. BONNIER : Cultures expérimentales dans les hautes altitudes. (C.R. Ac. Sc. Paris, 17 février 1890.)
5. — G. BONNIER : Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. (Rev. génér. bot 1890, p. 513.)
6. — G. BONNIER : Plantes arctiques comparées aux mêmes espèces des Alpes, des Pyrénées. (Rev. génér. bot. 1894, p. 505.)
7. — G. BONNIER : Nouvelles observations sur les cultures expérimentales à diverses altitudes et cultures par semis. (Rev. génér. bot., 15 août 1920, p. 305).
8. — CAVARA : Risultati di una serie di ricerche microscopiche sui vegetali. Contribuzioni alla Biolog. vegetale (Istituto bot. di Palermo, 1905).
9. — CHMIELEWSKI : Mode de végétation des violettes (Dipl. d'Etudes supérieures, Fac. Sc. de Paris, 1911.)

10. — COUTAGNE : De l'influence de la température sur le développement des végétaux. (Ann. Soc. bot. de Lyon, t. IX, 1882.)
11. — J. DANIEL : Influence du mode de vie sur la structure secondaire des décotylédones. (Th. Fac. Sc. Paris, 1915.)
12. — L. DUFOUR : Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles. (Th. Fac. Sc. de Paris, 1887.)
13. — EBERHARDT : Action de l'air sec et de l'air humide sur les végétaux. (C. R. Ac. Sc., Paris 16 juillet 1900.)
14. — EBERHARDT : Influence de l'air sec et de l'air humide sur la forme et la structure des végétaux. (Th. Fac. Sc. de Paris, 1903.)
15. — E. GAIN : Recherches sur le rôle physiologique de l'eau dans la végétation. (Thèse Fac. Sc. de Paris, 1895.)
16. — LECLERC DU SABLON : Physiologie végétale, p. 28.
17. — MAQUENNE : Sur le poids moléculaire moyen de la matière soluble dans les graines en germination. (C. R. Ac. Sc. de Paris, 18 octobre 1897.)
18. — MARIE et GATIN : Déterminations cryoscopiques effectuées sur des sucres végétaux. (C. R. Assoc. franç. pour l'avanc. des Sciences. Dijon, 1911, p. 107.)
19. — PICK : Über den Einfluss des Lichtes auf die Gestalt und Orientirung der Zellen des Assimilations gewebes. (Bot. Centralbl. vol. XI, 1882.)
20. — PFEFFER : Physiologie végétale. Etude des échanges de substance et d'énergie dans la plante, p. 506.
21. — A. SPRECHER : Der osmotische Druck des Zell-

saftes gesunder und mosaik-kranker Tabakpflanzen (Ann. Jard. bot. de Buitenzorg, 2^e série, 1915.)

22. — A. SPRECHER : Recherches cryoscopiques sur des sucs végétaux. (Rev. génér. bot., 15 janvier 1921, p. 11.)
23. — STAHL : Über den Einfluss der Lichtintensität auf structur und Anordnung des assimilationsparench. (Bot. Ztg XXXVIII, 1880, n^o 51.)
24. — STAHL : Über den Einfluss des sonnigen oder Schattigen Standortes die Ausbildung der Blätter. (Zeitsch für Naturwissensch XVI, N. F. IX, 1-2.)
25. — SUTHERST : The freizing point of vegetale sapsand juices. (Chem. news, 1901.)
26. — THOMAS : Anatomie comparée et expérimentale des feuilles souterraines. (Th. Fac. de Paris, 1900.)
27. — WARMING : Lehrbuch des ökologlichen Pflanzengeographie, 1896.
28. — WIESNER : Die naturlischen. Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls (Festch der Zool. bot. Gesell. in Wien, 1876).
29. — WIESNER : Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes. (C.R. Ac. Sc. de Paris, 2 mai 1898.)

EXPLICATION DES PLANCHES

LETTRES COMMUNES

Plein air, A (hiver) ; A' (été).

Serre, B (hiver) ; B' (été).

ep., épiderme ; — *ep. s.*, épiderme supérieur ; — *ep. i.*, épiderme inférieur ; — *s. ep.*, sous-épiderme.

pal., tissu palissadique ; — *lac.*, tissu lacuneux ; — *end.*, endoderme ; — *b.*, bois ; — *l.*, liber ; — *f.*, fibres.

st., stomates ; — *cr.*, cristaux d'oxalate de calcium.

PLANCHE I

Sanicula europæa L (Pétiole)

c., collenchyme ; — *p.*, parenchyme ; — *m.*, membrane unissant l'épiderme au sous-épiderme ; *c. s.*, canaux sécréteurs.

PLANCHE II

Taraxacum Dens-léonis L (Limbe)

p., poils ; — *lt.*, laticifères.

PLANCHE III

Viola canina L (Limbe)

c. ph., cellules phénoliques ; — *c. tn.*, cellules à tanins.

Veronica officinalis L (Tige)

ec., écorce ; — *p.*, péricycle ; — *rg A.*, *rg B.*, bois ; — *m.*, moelle ; — *p.*, poils.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNEES PAR LA FACULTE

GÉOLOGIE. — La flore houillère.

PHYSIOLOGIE. — Sécrétion interne des Glandes sur-rénales.

Vu et approuvé : Paris, le 22 Mai 1923.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

M. MOLLIARD.

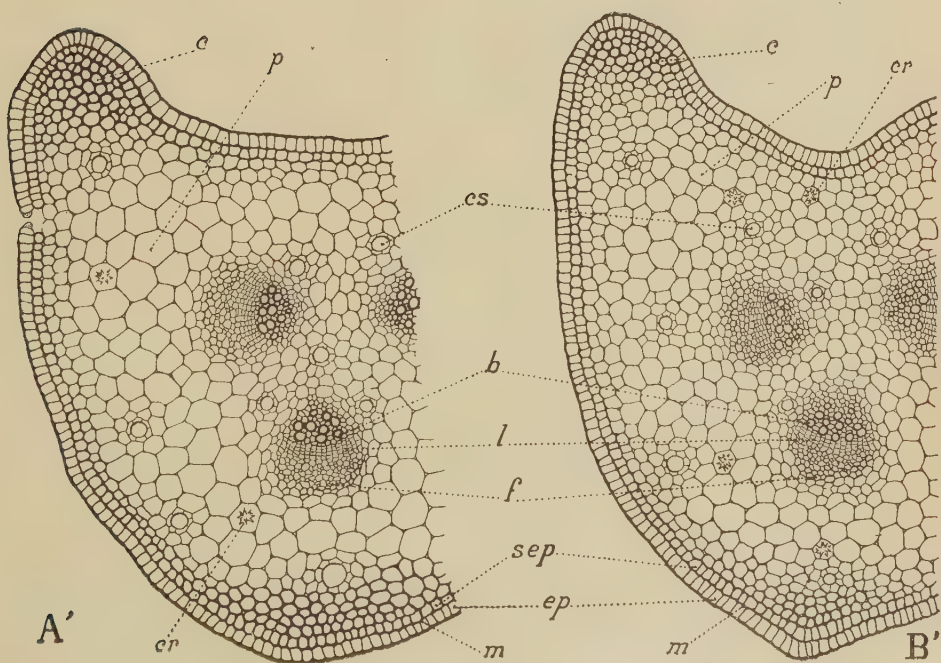
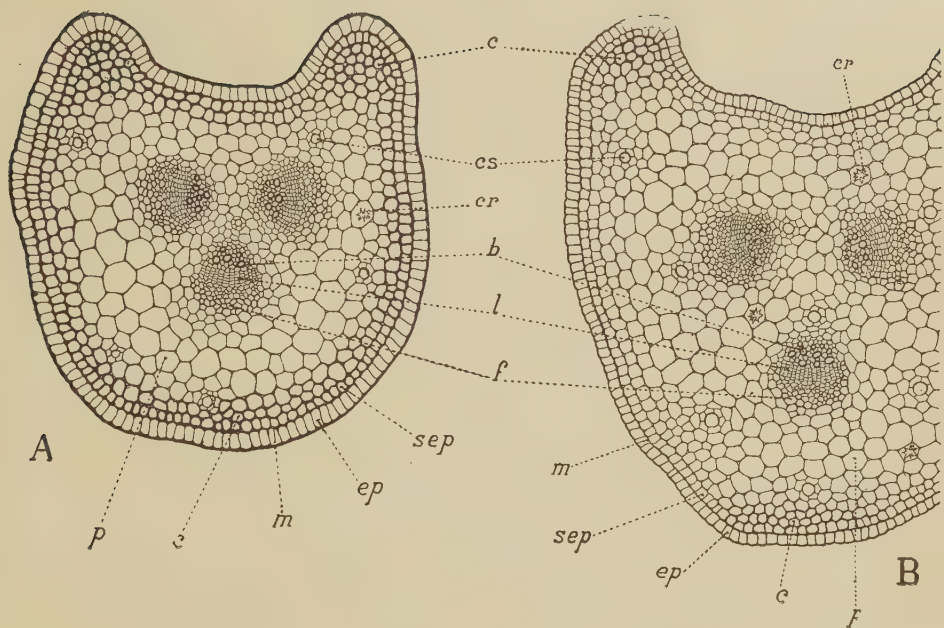
Vu et permis d'imprimer,

Le Recteur de l'Académie de Paris,

P. APPELL.

Imp. H. LIBERT. — PARIS

PLANCHE I

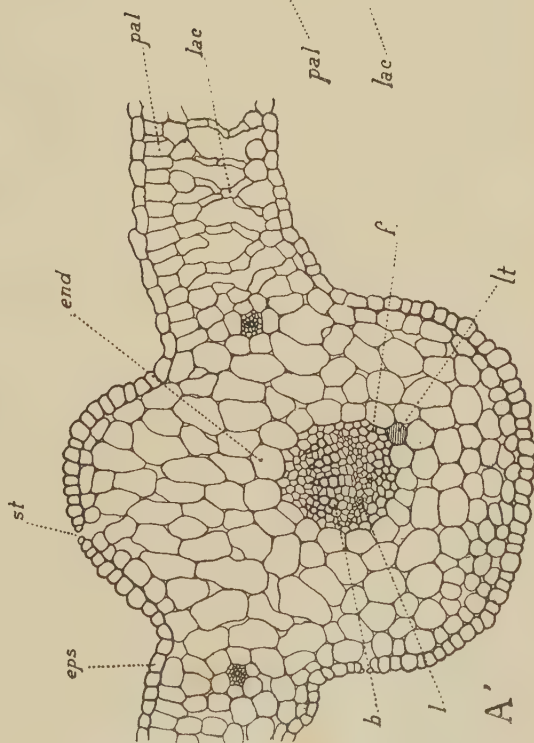
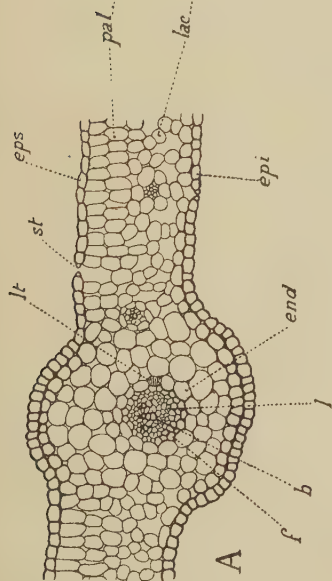
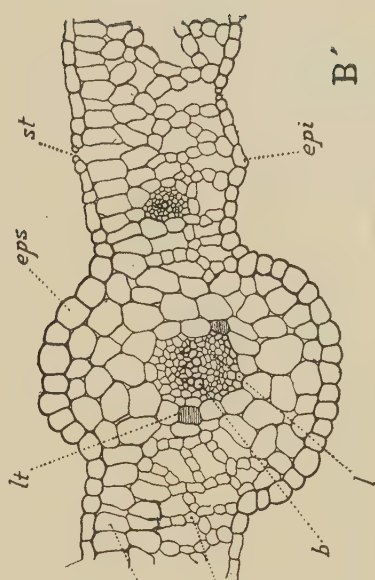
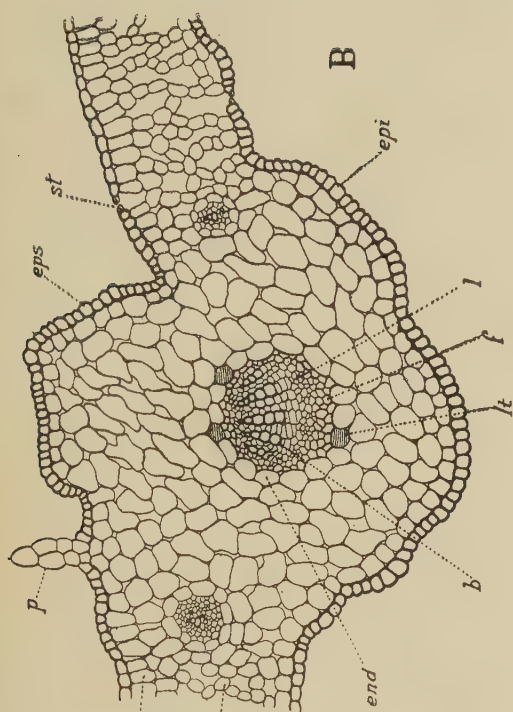


J. Poinso del.

Brun sc.

Sanicula europaea

PLANCHE II

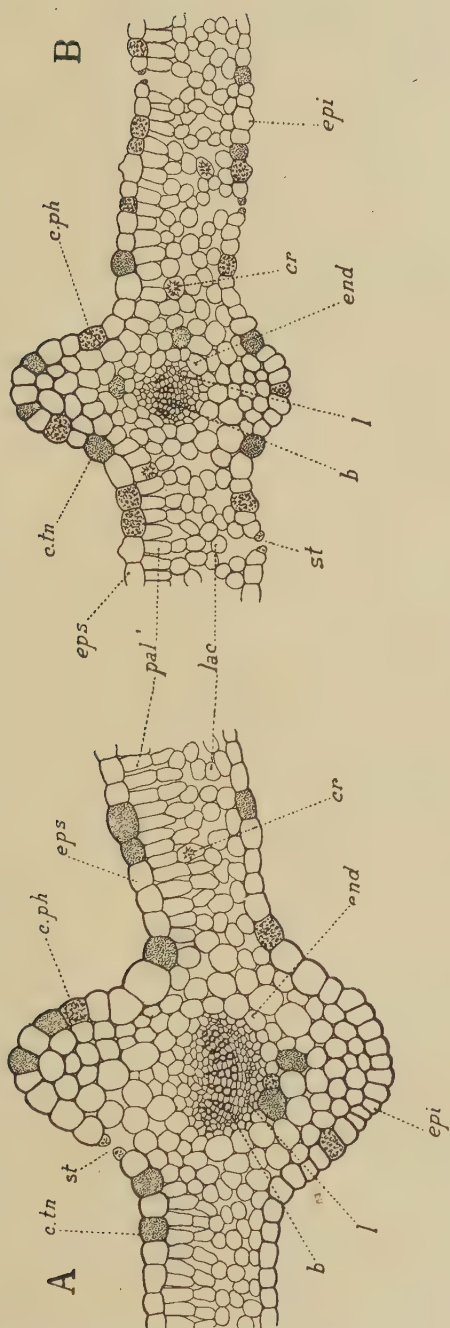


J. Poinso del.

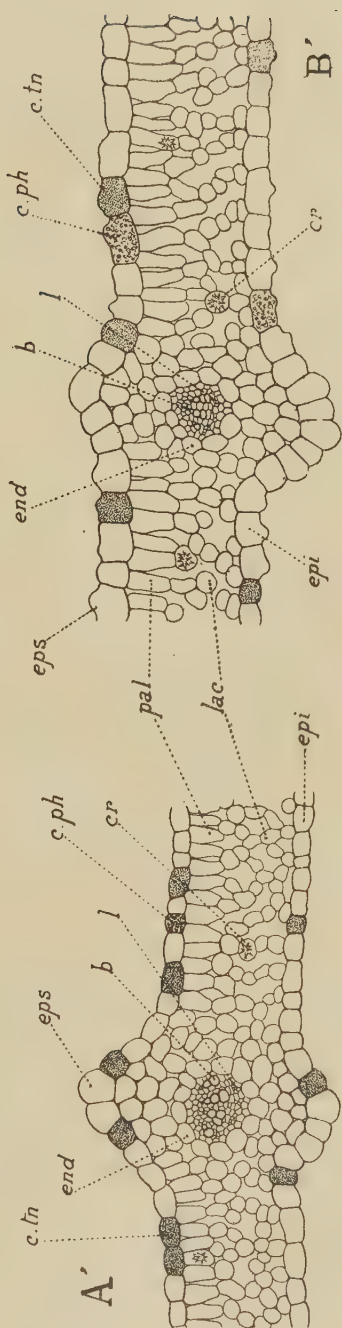
Brun sc.

Taraxacum Dens-léonis

PLANCHE III



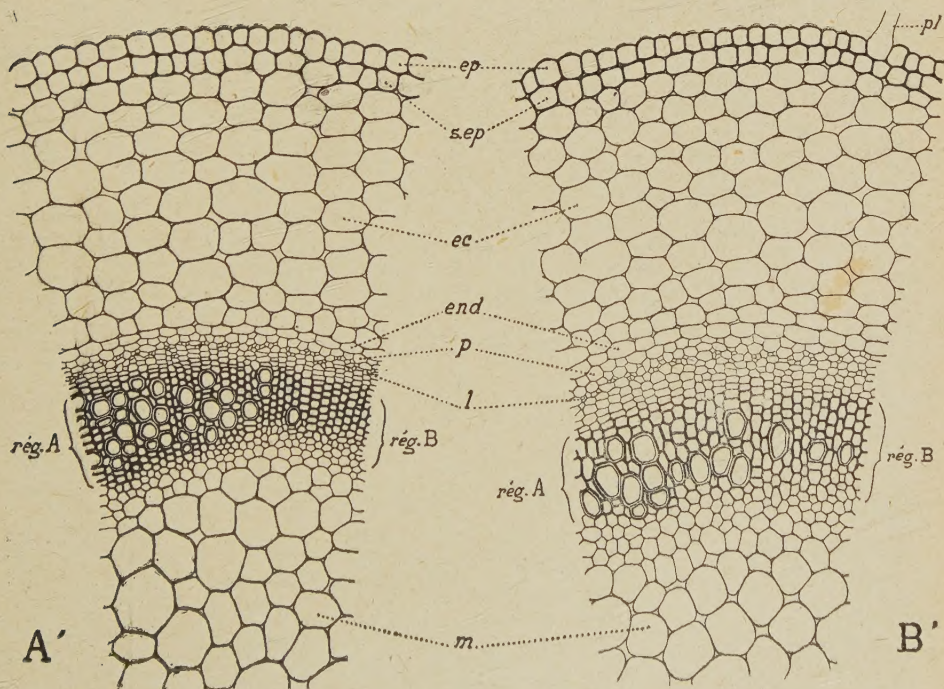
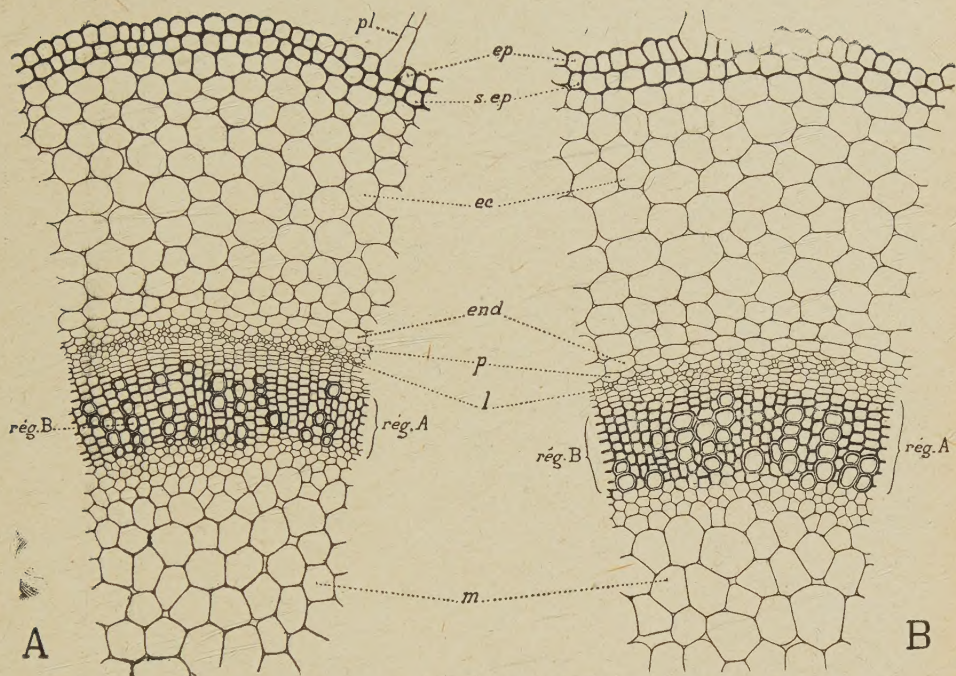
J. Poinso del.



Brun sc.

Viola canina

PLANCHE IV.



J. Poinsōt del.

Brun sc.

Veronica officinalis

